

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS PRODUCTIVOS DE UNA
EMPRESA PRODUCTORA DE COLAPEZ BAJO UN ENFOQUE DE
ECONOMÍA CIRCULAR**

Tesis presentada por la Bachiller:

Amado Alviz, Vanesa Katia

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniera Industrial

Asesor:

Ing. Valdivia Portugal, César Daniel

Arequipa- Perú

2020



DEDICATORIA

A Dios por bendecirme en todo momento.

A mi madre y padre por brindarme todo su apoyo en cada etapa de mi vida; gracias a su sacrificio y esfuerzo pudieron darme una buena educación.

A mi hermana por su constante apoyo y preocupación; crecí viendo a una gran profesional y a una gran persona que me inspira lograr metas como esta.

A mi tía y abuelita, que siempre están conmigo compartiendo mi alegría por mis logros.

RESUMEN

La desvalorización del recurso hídrico es un problema que se viene arrastrando hace muchos años, todo proceso de producción y/o servicios conlleva a un gran coste ambiental, agotando recursos naturales y llevando al planeta a una situación insostenible.

La presente investigación propone como modelo de evaluación, economía circular, una nueva tendencia de modelo económico sostenible, dedicada a reducir, reutilizar y reciclar elementos, es decir, dar una segunda vida útil a residuos, convirtiendo hasta ahora considerados residuos, en nuevas materias primas, ya que un residuo o desecho es considerado como un error de diseño.

La propuesta de mejora plantea desarrollar un sistema adecuado de gestión de aguas residuales mediante la implementación de una planta de tratamiento como oportunidad sostenible que reducirá los impactos ambientales y aprovechará el recurso hídrico requerido por la empresa, para finalmente evaluar la propuesta económicamente y medio ambientalmente.

El modelo económico circular busca sensibilizar a los presentes y futuros profesionales para que no solo se enfoquen en los aspectos económicos sino en un balance de aspectos ambientales, económicos y sociales para así, difundir estas alternativas sostenibles.

Palabras Clave: Gestión de aguas residuales, economía circular, planta de tratamiento, reutilizar.

ABSTRACT

The devaluation of water resources is a problem that has been dragging on for many years, every production and / or service process leads to a great environmental cost, depleting natural resources and leading the planet to an unsustainable situation.

This research proposes as an evaluation model, circular economy, a new trend of a sustainable economic model, dedicated to reducing, reusing and recycling elements, that is, giving a second useful life to waste, converting so far considered waste, into new raw materials, since a residue or waste is considered a design error.

The improvement proposal proposes developing an adequate wastewater management system through the implementation of a treatment plant as a sustainable opportunity that will reduce environmental impacts and take advantage of the water resource required by the company, to finally evaluate the proposal economically and environmentally.

The circular economic model seeks to sensitize present and future professionals so that they not only focus on the economic aspects but on a balance of environmental, economic and social aspects in order to spread these sustainable alternatives.

Key Words: Wastewater Management, circular economy, treatment plant, reuse.

ÍNDICE

RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN	xx
CAPITULO I.....	1
1. Generalidades.....	1
1.1. Planteamiento teórico.....	1
1.1.1. Enunciado del problema.....	1
1.1.2. Descripción del problema	1
1.2. Justificación de la investigación.....	1
1.2.1. Justificación Técnica.....	1
1.2.2. Justificación Económico-Ambiental	2
1.2.3. Justificación Legal	2
1.2.4. Justificación Académica.....	3
1.2.5. Justificación Social.....	3
1.3. Interrogantes Básicas	4
1.3.1. Interrogante Principal de Investigación	4
1.3.2. Interrogantes Secundarias de Investigación	4
1.4. Objetivos de la investigación	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Alcances de la investigación	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

1.7.	Hipótesis.....	5
1.8.	Variables	5
1.8.1.	Variable independiente.....	5
1.8.2.	Variable dependiente.....	5
1.9.	Tipo de Investigación	6
CAPITULO II		7
2.	Fundamentación Teórica	7
2.1.	Marco Referencial.....	7
2.2.	Marco Conceptual	9
2.2.1.	Economía Circular	9
2.2.2.	Mapeo de Flujo de Materiales, Recursos y Residuos	14
2.2.3.	Diagnóstico de Impactos Ambientales por Efluentes Industriales.....	15
2.2.4.	Análisis de Coste de Vida	20
2.2.5.	Indicadores de Circularidad- Sostenibilidad	20
2.2.6.	Gestión de Aguas Residuales.....	21
2.2.7.	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	22
2.2.8.	Consumo Hídrico	24
2.2.9.	Valores Máximos Admisibles (VMA).....	25
2.3.	Glosario de Términos	26
2.3.1.	Carnaza.....	26
2.3.2.	Colapez.....	26
2.3.3.	Caldo	26
CAPITULO III.....		27

3.	Situación actual de la empresa	27
3.1.	Descripción de la empresa	27
3.1.1.	Datos Generales	27
3.1.2.	Clientes	27
3.1.3.	Proveedores.....	27
3.2.	Descripción de procesos.....	27
3.2.1.	Descripción del Proceso Productivo	27
3.2.1.	Diagrama de Operaciones	45
3.2.2.	Diagrama de Análisis de Proceso.....	47
3.2.3.	Diagrama de Análisis de Proceso Detallado	51
3.2.4.	Diagrama de Bloques	57
3.2.5.	Flow Sheet.....	59
3.2.6.	Balance de Materia.....	60
3.2.8.	Esquema Horizontal.....	63
3.3.	Producción Mensual de Colapez.....	64
3.4.	Sistema Actual de Gestión de Residuos.....	66
3.4.1.	Sistema Actual de Gestión de Residuos Solidos.....	66
3.4.2.	Sistema Actual de Gestión de Aguas Residuales.....	68
	CAPITULO IV	71
4.	Evaluación de producción según indicadores de economía circular.....	71
4.1.	Fase I: Mapeo de Flujo de Materiales, Recursos y Residuos.....	73
4.1.1.	Materia Prima y Materiales Auxiliares	77
4.1.2.	Recursos: Energía y Agua.....	78

4.1.3.	Efluentes Industriales.....	81
4.2.	Fase II: Diagnóstico de Impactos Ambientales.....	83
4.2.1.	Diagrama de Flujo de Efluentes Industriales	83
4.2.2.	Lista de Verificación (Check List).....	88
4.3.3.	Evaluación de Impactos Ambientales mediante la Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I.)	92
4.3.	Fase III: Indicadores de Circularidad-Sostenibilidad.....	96
4.3.1.	Indicadores Económicos	96
4.3.2.	Indicadores de Eficiencia en el Uso de Recursos.....	102
4.3.3.	Coste Ambiental.....	104
4.4.	Fase IV: Identificación de Oportunidades de Circularidad.....	109
4.4.1.	Implementar un Sistema de Gestión de Aguas Residuales	111
4.4.2.	Ser proveedor de proteínas y minerales para mascotas.....	112
CAPITULO V		113
5.	Propuesta de mejora en gestión de aguas residuales	113
5.1.	Criterios para Diseño de Planta de Tratamiento	113
5.1.1.	Fuente de Agua	113
5.1.2.	Caracterización de Agua	114
5.3.3.	Sistema de Tratamiento.....	116
5.2.	Diseño de Planta de Tratamiento Primaria de Agua Residual	117
5.2.1.	Materiales y Elementos para la Planta de Tratamiento de Agua Residual ...	120
5.3.2.	Frecuencia de monitoreo	126
5.2.3.	Cronograma de Actividades para la Implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	126

5.2.4.	Diagrama de Gantt del Proyecto	129
5.3.	Análisis de Inversión del Proyecto.....	130
5.3.1.	Ingresos Mensuales	130
5.3.2.	Costos Mensual de Materia Prima y Auxiliares.....	131
5.3.3.	Costo de Personal Mensual	131
5.3.4.	Pago de Servicios Mensual	132
5.3.5.	Estimación de Ventas (Unidades)	134
5.3.6.	Ventas Mensuales.....	135
5.3.7.	Estimar Costos del Proyecto	136
CAPITULO VI	.....	138
6.	Resultados.....	138
6.1.	Aspecto Impacto Industrial	138
6.1.1.	Reducción de Costos.....	138
6.1.2.	Optimización de Procesos	144
6.2.	Aspecto de Impacto Ambiental.....	146
6.2.1.	Reducción de Generación de Aguas Residuales	146
6.2.2.	Reutilización de Agua.....	147
6.2.3.	Disminución del Consumo Hídrico	148
CONCLUSIONES	.....	151
RECOMENDACIONES	.....	152
REFERENCIA	.....	153
ANEXOS	.....	155

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Empresa Productora de colapez	28
Foto 2: Carnaza Fresca	29
Foto 3: Proceso de Pre-Lavado	30
Foto 4: Proceso de Caleado	31
Foto 5: Proceso de Descaleo	32
Foto 6: Proceso de Pesado	33
Foto 7: Proceso de Neutralizado	36
Foto 8: Proceso de Cocción	37
Foto 9: Proceso de Filtrado	38
Foto 10: Proceso de Gelificado	39
Foto 11: Proceso de Cortado	40
Foto 12: Placas de Colapez	40
Foto 13: Proceso de Secado	41
Foto 14: Proceso de Molienda	42
Foto 15: Proceso de Refinado	43
Foto 16: Proceso de Empaquetado	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama mariposa de economía circular	13
Gráfico 2: Colorímetro de PH.....	33
Gráfico 3: Producción de colapez por mes	64
Gráfico 4: Producción mensual en Kg	65
Gráfico 5: Sistema de gestión de aguas residuales - Proceso de neutralizado.....	69
Gráfico 6: Proceso de producción actual de colapez desde la cuna a la cuna	71
Gráfico 7: Operaciones a lo largo del ciclo de vida de colapez.....	72
Gráfico 8: Balance de Materia bajo el enfoque de Economía Circular	74
Gráfico 9: Cantidad agua por producción anual actual.....	79
Gráfico 10: Cantidad de energía por producción anual actual.....	80
Gráfico 11: Cantidad de producto - Cantidad de residuos.....	81
Gráfico 12: Aguas residuales para la producción de colapez	82
Gráfico 13: Diagrama de flujo para la generación de efluentes industriales	84
Gráfico 14: Diagrama de flujo en gestión de aguas residuales.....	87
Gráfico 15: Reutilización de agua	102
Gráfico 16: Consumo de energía por proceso	104
Gráfico 17: Diagrama de consumo hídrico.....	107
Gráfico 18: Consumo hídrico por procesos	108
Gráfico 19: Identificación de oportunidades de circularidad.....	110
Gráfico 20: Planta de tratamiento de aguas residuales	119
Gráfico 21: Diagrama de Gantt para la implementación de PTAR	129
Gráfico 22: Comparación de uso de agua con PTAR.....	141
Gráfico 23: Aguas tratadas por proceso.....	147

Gráfico 24: % Reutilización de Agua con PTAR..... 148

Gráfico 25: Consumo Hídrico Sistema Lineal y con PTAR..... 149

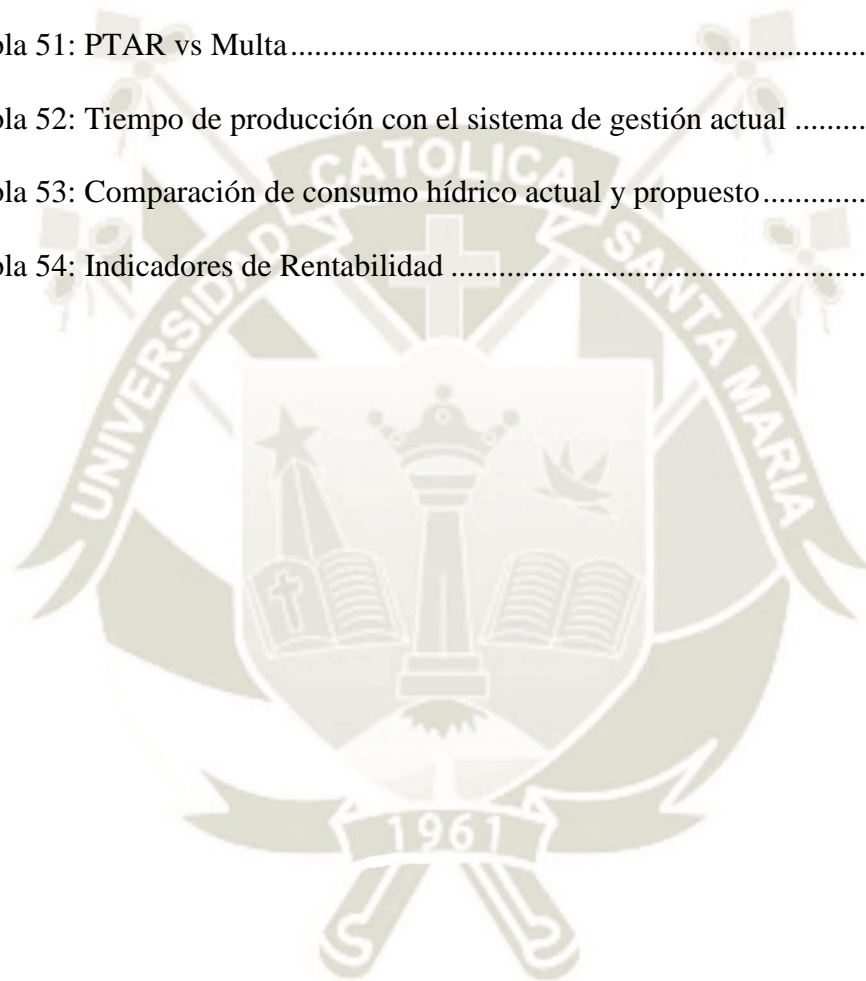


INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables e indicadores.....	6
Tabla 2: Diferencia de economía lineal y circular.....	9
Tabla 3: Diferencia de final del tubo, producción más limpia y economía circular.....	10
Tabla 4: Escala de valoración de extensión.....	16
Tabla 5: Escala de valoración de duración.....	17
Tabla 6: Pesos relativos asignados.....	18
Tabla 7: Escala de valores de reversibilidad.....	18
Tabla 8: Escala de valoración de riesgo.....	19
Tabla 9: Clasificación de residuos.....	66
Tabla 10: Contenedores por punto generado.....	68
Tabla 11: Materiales - Costo.....	77
Tabla 12: Índice de punto contaminante.....	83
Tabla 13: Puntos Crítico de Control.....	85
Tabla 14: Generación de efluentes industriales contaminantes.....	86
Tabla 15: Niveles de aplicación para la evaluación del diagnóstico.....	88
Tabla 16: Lista de verificación de evaluación inicial.....	89
Tabla 17: Resumen de evaluación inicial.....	92
Tabla 18: Escala de significancia de impactos ambientales.....	93
Tabla 19: Categorización de impacto ambiental.....	94
Tabla 20: Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I).....	95
Tabla 21: Coste de vida por una tonelada de vacas.....	98
Tabla 22: Costos por manejo de residuos sólidos.....	99
Tabla 23: Costes ambientales.....	100

Tabla 24: Consumo de energía por proceso productivo	103
Tabla 25: Consumo hídrico de pre-lavado.....	105
Tabla 26: Consumo hídrico de caleado.....	105
Tabla 27: Consumo hídrico de descaleado	105
Tabla 28: Consumo hídrico de neutralizado	106
Tabla 29: Consumo hídrico de cocción	106
Tabla 30: Caracterización de agua del canal de regadío.....	114
Tabla 31: Resultados de campo de efluente industrial	115
Tabla 32: Resultados en laboratorio de efluente industrial.....	116
Tabla 33: Componentes para pretratamiento: Desbaste	120
Tabla 34: Componentes para pretratamiento: Tamizado.....	121
Tabla 35: Componentes para diseño de plata de tratamiento	121
Tabla 36: Dimensiones de pozos	122
Tabla 37: Cronograma de actividades de implementación de una PTAR	127
Tabla 38: Ingreso mensual.....	130
Tabla 39: Costo mensual de materia prima y auxiliares.....	131
Tabla 40: Costo de personal mensual	132
Tabla 41: Costo mensual de servicios.....	133
Tabla 42: Estimación de ventas (unidades)	134
Tabla 43: Precios de productos por Kg.....	135
Tabla 44: Ingresos mensuales	135
Tabla 45: Costo de materiales y elementos para implementar una planta de tratamiento de agua residual	136
Tabla 46: Costo por mano de obra.....	137

Tabla 47: Comparación de economía lineal y economía circular en empresa productora de colapez	138
Tabla 48: Ahorro anual del recursos hídrico	139
Tabla 49: Tipos de multas de acuerdo a la infracción	142
Tabla 50: Valores de la UIT	143
Tabla 51: PTAR vs Multa	143
Tabla 52: Tiempo de producción con el sistema de gestión actual	145
Tabla 53: Comparación de consumo hídrico actual y propuesto	150
Tabla 54: Indicadores de Rentabilidad	173



INDICE DE REFERENCIAS

Referencia 1: Justificación legal.....	1
Referencia 2: Antecedentes de Investigación.....	7
Referencia 3: Antecedentes de Investigación.....	8
Referencia 4: Marco Conceptual: Definición Economía Circular.....	9
Referencia 5: Marco Conceptual: Diferencia de Final del Tubo, Producción más Limpia y Economía Circular.....	10
Referencia 6: Marco Conceptual: Diagnostico de impactos ambientales por efluentes industriales – Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I.).....	16
Referencia 7: Marco Conceptual: Diagnostico de impactos ambientales por efluentes industriales –Escala de valoración de Extensión.....	16
Referencia 8: Marco Conceptual: Diagnostico de impactos ambientales por efluentes industriales –Escala de valoración de Duración.....	17
Referencia 9: Marco Conceptual: Diagnostico de impactos ambientales por efluentes industriales –Ecuación de Magnitud.....	17
Referencia 10: Marco Conceptual: Diagnostico de impactos ambientales por efluentes industriales –Pesos Relativos Asignados.....	18
Referencia 11: Marco Conceptual: Diagnostico de impactos ambientales por efluentes industriales –Escala de valoración de Reversibilidad.....	19
Referencia 12: Marco Conceptual: Diagnostico de impactos ambientales por efluentes industriales –Escala de valoración de Riesgo.....	19
Referencia 13: Marco Conceptual: Diagnostico de impactos ambientales por efluentes industriales –Ecuación de índice integral de impacto ambiental.....	19
Referencia 14: Marco Conceptual: Indicadores de circularidad y sostenibilidad.....	20
Referencia 15: Gestión de aguas residuales.....	21

Referencia 16: Marco Conceptual: Tratamiento de aguas residuales primaria.....	23
Referencia 17: Marco Conceptual: Tratamiento de aguas residuales secundaria.....	23
Referencia 18: Marco Conceptual: Consumo Hídrico.....	24
Referencia 19: Marco Conceptual: Valores Máximos Admisibles.....	25
Referencia 20: Marco Conceptual: Valores Máximos Admisibles- Potencial de Hidrógeno.....	25
Referencia 21: Marco Conceptual: Valores Máximos Admisibles -Demanda de Oxígeno.....	25
Referencia 22: Marco Conceptual: Valores Máximos Admisibles –Aceites y Grasas.....	25
Referencia 23: Marco Conceptual: Valores Máximos Admisibles –Solidos totales suspendidos.....	25
Referencia 24: Desagudo manual.....	35
Referencia 25: Evaluación de producción según indicadores de economía circular.....	73
Referencia 26: Criterios de evaluación.....	88
Referencia 27: Lista de verificación.....	91
Referencia 28: Escala de Significancia de Impactos Ambientales.....	93
Referencia 29: Categorización de impacto ambiental.....	94
Referencia 30: Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I).....	95
Referencia 31: Costes Ambientales.....	98
Referencia 32: Costes Ambientales.....	98
Referencia 33: Caracterización del agua.....	115
Referencia 34: Multas por vertimientos.....	143

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1:Valores Máximos Admisibles 1	155
Anexo 2: Valores Máximos Admisibles 2.....	155
Anexo 3: Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I)	156
Anexo 4: Caracterización de Aguas Residuales de la Empresa Productora de Colapez	160
Anexo 5: Caracterización de Aguas Residuales de la Empresa Productora de Colapez	161
Anexo 6: Reactivos más Habituales en el Proceso de Neutralización.....	162
Anexo 7: Tabla de resistencias químicas según materiales	165
Anexo 8: Ecuación de Bernoulli para hallar la potencia de bomba apropiada	166
Anexo 9: Tabla de rugosidad absoluta de materiales	170
Anexo 10: Valores del Coeficiente K de Aditamento	170
Anexo 11: Viscosidad dinámica del agua líquida a varias temperatura	171
Anexo 12: Flujo de Caja Económica de Empresa Productora de Colapez	172
Anexo 13: Normativa de Valores Máximos Admisibles	173

INTRODUCCIÓN

La industria de producción de colapez, actualmente es uno de los sectores con mayor consumo del recurso hídrico al igual que la curtiembre, además sus efluentes industriales son contaminantes debido a los reactivos químicos empleados.

La mayoría de industrias de este tipo en Rio Seco-Arequipa vierten sin tratamientos previos las aguas residuales obtenidas por sus propias empresas, causando daños medio ambientales. Por esta razón, es que se hizo una evaluación de producción según indicadores de economía circular, identificando una oportunidad sostenible viable que ofrezca consigo beneficios sociales, económicos y medio ambientales.

Esta propuesta de mejora propone un sistema adecuado de gestión de aguas residuales, diseñando una planta de tratamiento primaria según los resultados de la caracterización del agua residual, regidos a los Valores Máximos Admisibles (VMA), logrando verterse en el sistema de alcantarillado y a su vez reutilizar parcialmente esta agua tratada en el mismo proceso productivo.

Finalmente, se presenta un análisis de beneficios ambientales basados en economía circular y beneficios económicos por la implementación de una planta de tratamiento.

CAPITULO I

1. Generalidades

1.1. Planteamiento teórico

1.1.1. Enunciado del problema

La carencia de sistemas adecuados de gestión de aguas residuales en la empresa productora de colapez de Rio Seco-Arequipa, genera impactos negativos al medio ambiente, a causa del vertimiento de efluentes industriales sin tratamientos previos.

1.1.2. Descripción del problema

La empresa productora de colapez, es una empresa ubicada en el Parque Industrial de Rio Seco, Cerro Colorado-Arequipa, dedicada a la producción de la cola de carpintero y del componente principal de la gelatina y péptidas de colágeno.

El proceso de producción de colapez se caracteriza porque su actividad requiere un consumo masivo del recurso hídrico al igual que el sector curtiembre, proveedor de la materia prima del proceso productivo de colapez, generando aguas residuales que se vierten en su totalidad de manera directa al medio ambiente. Al no contar con un sistema adecuado de gestión de aguas residuales, desvaloriza al recurso hídrico sin controlar los impactos ambientales negativos generados y en consecuencia infringe la Ley de Recursos Hídricos.

1.2. Justificación de la investigación

1.2.1. Justificación Técnica

La gestión de aguas residuales es una oportunidad sostenible que mediante la implementación de una planta de tratamiento primaria permitirá aprovechar el recurso hídrico, reutilizando y recuperando

parcialmente el agua tratada. La empresa productora de colapez del presente proyecto alcanzará un enfoque de economía circular y ahorrará ambientalmente y económicamente el consumo de agua, siendo así técnicamente justificable que este proyecto se desarrolle.

1.2.2. Justificación Económico-Ambiental

Económicamente, este proyecto es viable como se refleja en el análisis económico presentado, mostrando que la empresa es capaz de solventar tal inversión. Mediante la gestión de aguas residuales como oportunidad sostenible resultante del enfoque de economía circular se aprovechará las aguas residuales generadas, obteniendo beneficios económicos y ambientales.

El presente modelo económico promoverá a la construcción de industrias sostenibles peruanas.

1.2.3. Justificación Legal

El presente proyecto es legalmente justificable debido a que, el proceso productivo de colapez quebranta con Ley N° 29338 de Recursos Hídricos por verter sin tratamiento previo sus aguas residuales, generando contaminación ambiental y multa por incumplimiento del reglamento.

Artículo N° 80: Autorización de Vertimiento

“Todo vertimiento de agua residual en una fuente natural de agua requiere de autorización de vertimiento, para cuyo efecto debe presentar el instrumento ambiental pertinente aprobado por la autoridad ambiental respectiva, el cual debe contemplar los siguientes aspectos respecto de las emisiones:

- a. Someter los residuos a los necesarios tratamientos previos.

- b. Comprobar que las condiciones del receptor permitan los procesos naturales de purificación”. (Ministerio de Energía y Minas, 2010)

Artículo N° 122: Tipos de Sanciones

“Concluido el procedimiento sancionador, la autoridad de aguas competente puede imponer, según la gravedad de la infracción cometida y las correspondientes escalas que se fijen en el Reglamento”. (Ministerio de Energía y Minas, 2010)

1.2.4. Justificación Académica

Este proyecto contribuirá al estudio de nuevas perspectivas ambientales y alternativas de desarrollo en instituciones educativas e industrias que aún no tienen conocimiento sobre este sistema de aprovechamiento, información que está ligada a la línea de investigación que se está desarrollando como es la economía circular. Por esta razón, se considera académicamente justificable.

1.2.5. Justificación Social

Actualmente, existe una nueva generación de profesionales entre ellos, ingenieros, sensibilizados por los impactos ambientales generados por organizaciones industriales, su objetivo es no solo enfocarse en la producción sino en las consecuencias que vendrán si seguimos con un sistema lineal no sostenible, por lo que el termino economía circular pasa de un concepto teórico a un modelo económico que aportará no solo a la empresa sino a la sociedad.

Es así que, el presente proyecto es considerado socialmente justificable.

1.3. Interrogantes Básicas

1.3.1. Interrogante Principal de Investigación

¿Cómo el proponer un sistema de gestión de aguas residuales en la empresa productora de colapez Rio Seco-Arequipa bajo el enfoque de economía circular, puede reducir el impacto ambiental negativo?

1.3.2. Interrogantes Secundarias de Investigación

- ¿Cuál es la situación actual de producción y de impacto ambiental de la empresa productora de colapez?
- ¿De qué manera la caracterización de aguas residuales influye en la selección y diseño de un sistema de gestión de aguas residuales?
- ¿Cuán costoso es el proyecto y qué cantidad del recurso hídrico sería reutilizado para la producción de colapez?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Proponer un sistema de gestión de aguas residuales en la empresa productora de colapez Rio Seco-Arequipa que reduzca el impacto ambiental negativo bajo el enfoque de economía circular.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la situación actual de producción y de impacto ambiental de la empresa productora de colapez.
- Seleccionar y diseñar un sistema de gestión de aguas residuales basada en su caracterización.
- Estimar costos del proyecto y cantidades por reúso del recurso hídrico para la producción de colapez.

1.5. Alcances de la investigación

La presente investigación se centra en optimizar el uso del recurso hídrico, reduciendo los impactos ambientales de la empresa productora de colapez según el enfoque de economía circular, que evalúa todos los procesos de producción que estén ligados, siendo el núcleo de cambio para que se adopte esta forma de trabajo.

1.6. Limitaciones de la investigación

La empresa productora de colapez se encuentra directamente vinculada con la gran industria curtiembre, no obstante, en esta investigación no incluirá el estudio detallado de los residuos líquidos generados por esta gran industria, a pesar de ser parte de la trazabilidad del producto y estar relacionado con la evaluación de economía circular, la estrategia implementada está referida únicamente a todo el proceso de producción de la empresa productora de colapez.

1.7. Hipótesis

Es probable que, al proponer un sistema de gestión de aguas residuales bajo el enfoque de economía circular se logre reducir impactos ambientales negativos en la empresa productora de colapez.

1.8. Variables

A continuación, en la **Tabla 1**, se detalla las variables e indicadores, así como el nivel de medición que se utilizará para la propuesta.

1.8.1. Variable independiente

- Gestión de aguas residuales

1.8.2. Variable dependiente

- Impacto Ambiental.

Tabla 1: Variables e indicadores

Variables	Dimensión	Indicador	Instrumentos
Variable Independiente: Gestión de aguas residuales.	Ambiental	Niveles de contaminación de aguas residuales	Caracterización de aguas residuales generadas por la producción.
	Económica	Económico	Estimación de costos por el sistema gestión de aguas residuales propuesto.
Variable Dependiente: Impacto Ambiental	Ambiental	Severidad de impactos	Metodología CRI.
		Generación de aguas residuales	% de aguas residuales generadas.
		Reutilización	% de reutilización de aguas residuales

Fuente: Elaboración Propia

1.9. Tipo de Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo no experimental con corte transversal descriptivo-exploratorio.

Es un **enfoque cuantitativo no experimental**, debido a que se simulará una propuesta de mejora de gestión de aguas residuales que no alterará ninguna variable.

Es de **corte transversal descriptivo**, porque la investigación presentada procura determinar el aprovechamiento del recurso hídrico y la gestión de aguas residuales mediante métodos estadísticos, recolectando datos en un único momento y orientada hacia la economía circular, un sistema de producción y consumo sostenible reciente, que evalúa y halla la oportunidad sostenible requerida para la empresa productora de colapez Rio Seco- Arequipa.

CAPITULO II

2. Fundamentación Teórica

2.1. Marco Referencial

Universidad: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Tesis: Economía circular en la industria electrónica en México: Mapeo del flujo de materiales de teléfonos celulares

En la investigación denominada economía circular en la Industria Electrónica en México: Mapeo del flujo de materiales de teléfonos celulares desarrollada en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey-México propone implementar un adecuado sistema de gestión de residuos electrónicos basado en el nuevo modelo económico denominado economía circular, recirculando componentes y materiales de teléfonos celulares desusados. (Cordova Pizarro, 2019)

La problemática radica por un aumento anual de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) que, según el mapeo de flujo de materiales de teléfonos celulares y el análisis de actores de la investigación presente, muestra la mala calidad en la gestión de residuos electrónicos, al tener una corta vida útil por la constante actualización de productos, son desechados, causando impactos ambientales que afectan a la vida humana.

Por lo siguiente, es necesario dar un giro del modelo económico lineal al modelo de economía circular, un sistema económico viable, replanteando el diseño, uso y gestión del producto de la industria electrónica, promoviendo la simbiosis industrial, es decir que el residuo de una empresa se convierta en el recurso de otra, logrando extender el tiempo de vida útil o la recuperación de materiales para reingresar en el sistema industrial, alcanzando beneficios socioeconómicos y ambientales para la industria electrónica como para México.

Como conclusión, la investigación propone que la industria electrónica diseñe productos pensando en la recirculación componentes, principalmente la tarjeta de circuitos impresos consideradas “pequeñas minas de oro” ya que contiene

metales preciosos de alto valor y generar una minería urbana con materiales reciclados.

Universidad: Universidad San Martín de Porres

Tesis: Mecanismo de producción más limpia: el reúso de aguas residuales en la actividad minera

La investigación de Mecanismo de producción más limpia: El reúso de aguas residuales en la actividad minera propone sustentar los principios de desarrollo y prevención sostenible mediante mecanismos de la producción más limpia, una estrategia ambiental preventiva aplicada en el proceso de producción desde un punto de vista jurídico-científico aplicados en empresas mineras. (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ONUDI, 2006)

La presente investigación hace un estudio legal de la valorización del recurso hídrico debido a la problemática que se presenta en el sector minero por el alto uso de agua y por la generación de efluentes industriales tóxicos en la planta concentradora, en procesos de lixiviación, transporte de concentrados y fundiciones. (Vera, 2015)

Por esta razón, el actual estudio propone el reúso industrial de agua mediante una planta de tratamiento que involucra procesos físicos, físico-químicos y biológicos con análisis previos de condiciones y calidad de efluentes de la mina, en donde se determinan las concentraciones de metales además de parámetros referentes a las condiciones del recurso hídrico, para así cumplir con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), estándares de calidad para consumo humano y Límites Máximos Admisibles (LMA), efluentes líquidos de actividades minero- metalúrgicas.

Finalmente, el estudio legal presente muestra a la producción más limpia como estrategia ambiental que pueden imitar diferentes empresas por el aprovechamiento y conservación sostenible del recurso hídrico mediante la aplicación tecnologías y los beneficios legales, industriales y ambientales que trae consigo.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Economía Circular

2.2.1.1. Definición

Economía Circular es un reciente sistema económico sostenible reparador y regenerador, cuyo principal objetivo es prolongar la vida útil de los productos, gestionando recursos y supuestos residuos para su máximo aprovechamiento. (Zhexembayeva, 2014)

Durante largos años los procesos productivos se basaban en el modelo económico lineal, un sistema actualmente considerado obsoleto por los impactos negativos que genera.

La **Tabla 2** muestra las diferencias entre un modelo económico lineal y un modelo económico circular.

Tabla 2: Diferencia de economía lineal y circular

Modelo Económico Lineal	Modelo Económico Circular
Producir- consumir-tirar	Reducción-reutilización-reciclaje
Potencia un consumo a corto plazo	Potencia un consumo a largo plazo
Consumo indiscriminado de recursos, un único ciclo de vida	Residuos se convierten en recursos, más de un ciclo de vida
Situación insostenible	Situación sostenible

Fuente: Elaboración Propia

Economía circular es un modelo de producción y gestión de recursos, bienes y servicios, pero no fue la única, la **Tabla 3** señala las diferencias entre tecnología final del tubo, producción más limpia, enfoque predecesor de economía circular y economía circular.

Tabla 3: Diferencia de final del tubo, producción más limpia y economía circular

Tecnología al final del tubo	Producción más limpia	Economía circular
Enfoque de solucionar problemas al finalizar el proceso productivo	Enfoque de crear técnicas de producción para el desarrollo sostenible	Enfoque de recirculación de recursos y supuestos residuos
Conlleva costos adicionales	Reduce costos	Reduce costos
Comienza como una reacción	Comienza por una acción	Comienza por una acción

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2016)

Este modelo económico cuenta 4 conceptos esenciales que son:

Biomímesis

“Mientras nuestro mundo funcione más como la naturaleza, tenemos mayores posibilidades de residir en este hogar que es nuestro, pero que no es sólo nuestro”. (Benyus, 2008)

Es un concepto de economía circular que estudia e imita los sistemas naturales como fuente generadora de nuevas tecnologías sin ser fuente de impactos negativos.

Ecología industrial

Concepto basado en la simbiosis industrial, donde todo residuo de una empresa sea el recurso de otra, promoviendo al aprovechamiento y valoración de residuos generados por una empresa y reincorporados a la misma.

Performance economy

Este concepto rechaza el sistema de producción y consumo lineal aplicada por largos años y que, actualmente es considerado como un sistema obsoleto. Performance economy promueve al desarrollo de modelos de negocio orientados a prestaciones de servicio para evitar el producir-usar-tirar y se enfoque en el reducir-reutilizar-reciclar.

Cradle to cradle

Es un sistema dedicado a promover la recirculación de materiales y la aplicación de energías renovables, diseñando productos sostenibles y así, ningún material se considere residuo.

2.2.1.2. *Objetivos*

Economía circular cuenta con tres objetivos:

La conservación de los recursos naturales, manteniendo estabilidad de consumo en recursos hídricos, solares, energías renovables.

La optimización del uso de los recursos, recirculando elementos o sea dándoles mantenimiento o convertirlos en un componente nuevo para otro producto.

El promover la eficiencia de la producción con beneficios ambientales.

2.2.1.3. Procesos

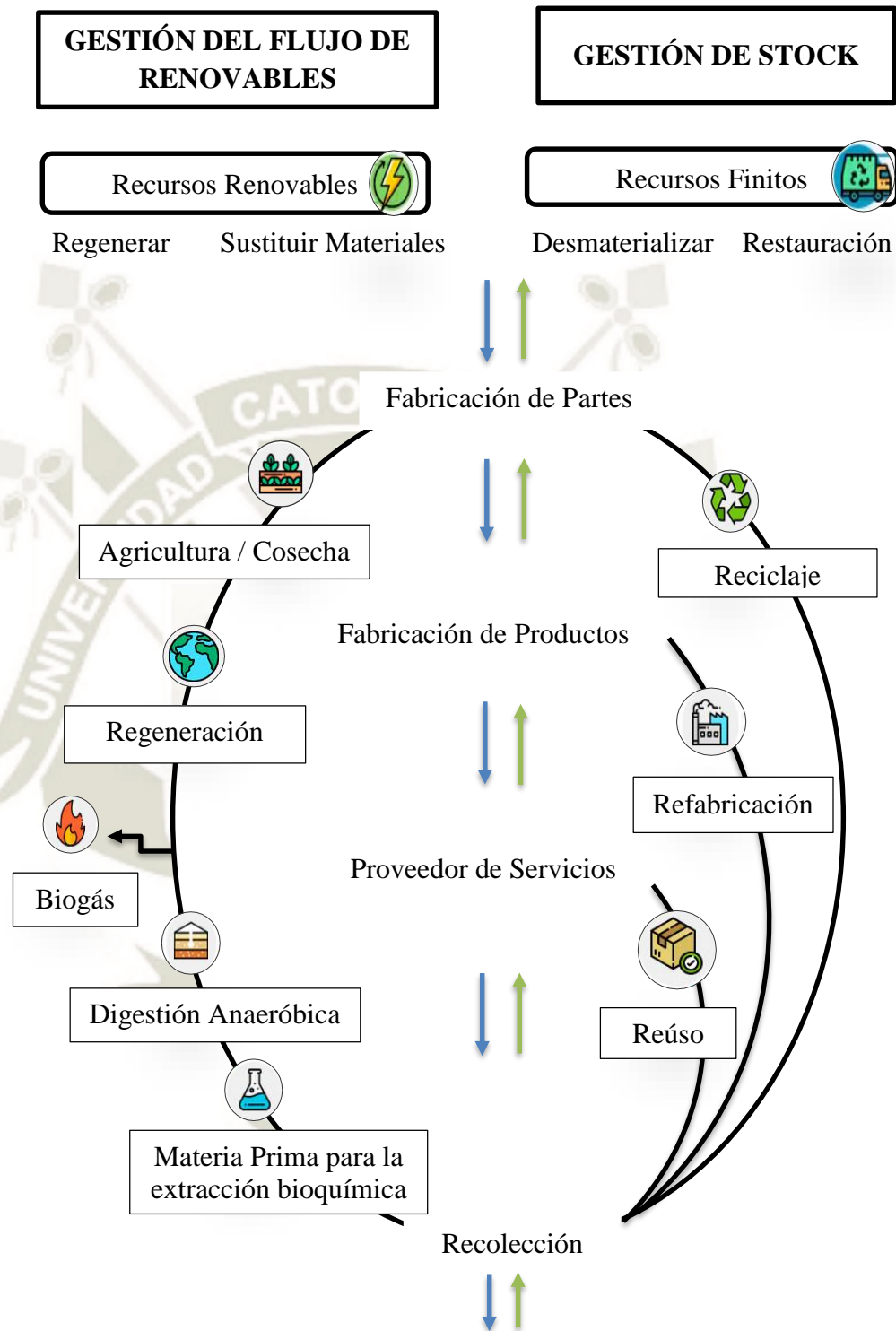
Economía circular pretende mantener el valor y utilidad de los residuos antes de ser considerados de este modo. siendo transformados en recursos, es así que tenemos dos conceptos: Gestión del flujo de renovables y Gestión de Stock.

La gestión del flujo renovables valga la redundancia es para recursos renovables conformada por procesos de: Regenerar y sustituir materiales para que el proceso productivo sea cíclico, imitando el concepto de *biomímesis*.

La gestión de stock es para recursos finitos conformada por los procesos de: Desmaterialización y restauración; es decir todo lo que ingresa debe ser utilizado o ser pieza clave para algún otro proceso de producción.

El **Gráfico 1** muestra que los considerados residuos son recolectados para ser regenerados dentro del ciclo biológico o se recuperan y restauran gracias al ciclo técnico.

Gráfico 1: Diagrama mariposa de economía circular



Minimizar pérdidas y externalidades negativas

Fuente: Ellen MacArthur Foundation.

2.2.1.4. *Importancia*

La importancia de economía circular se ve reflejada por los siguientes conceptos:

Optimización de Procesos

Con economía circular esta disciplina alcanza la eficiencia, minimiza costos y maximiza el rendimiento en aspectos económicos ambientales.

Desarrollo Sostenible

Economía circular promueve el desarrollo sostenible industrial con el objetivo de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer recursos que requerirán las posteriores generaciones, promoviendo el reciclaje, la reutilización y la implementación de la ecología industrial mediante tecnologías limpias.

2.2.2. Mapeo de Flujo de Materiales, Recursos y Residuos

2.2.2.1. *Definición*

El mapeo de flujo de materiales, recursos y residuos es un diagrama aplicado para conocer la secuencia y cantidades que ingresan y salen a lo largo del proceso de producción.

2.2.2.2. *Objetivos*

- Conocer la secuencia de producción del producto y/o servicio.
- Monitorear cantidades de ingreso y salida de recursos: agua y energía.
- Mostrar la cantidad de residuos sólidos y aguas residuales generadas.

2.2.2.3. *Importancia*

La presente técnica es de gran importancia para el conocimiento detallado de los procesos de producción, materiales auxiliares requeridos y efluentes industriales generados.

2.2.3. **Diagnóstico de Impactos Ambientales por Efluentes Industriales**

2.2.3.1. *Definición*

El diagnóstico de impactos ambientales es un proceso de evaluación desarrollado a organizaciones para estudiar como gestionan sus efluentes industriales y las consecuencias que trae consigo.

2.2.3.2. *Objetivos*

- Evaluar la gestión de efluentes industriales mediante escalas de valoración y criterios estipulados.
- Indicar mediante matrices los impactos ambientales que genera la organización.

2.2.3.3. *Herramientas*

2.2.3.3.1. *Diagrama de Flujo de Efluentes Industriales*

El diagrama de flujo en generación y gestión de efluentes industriales permite el reconocimiento de los impactos ambientales contaminantes por proceso, la gestión de los desechos industriales generados y la calidad de controles administrados durante la producción.

2.2.3.3.2. *Lista de Verificación*

Herramienta empleada para el diagnóstico de impactos ambientales, verificando la gestión de la organizacional, así como la administración de residuos por medio de evaluaciones constantes para detectar fallas e implementar nuevas propuestas.

2.2.3.3.3. Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I.)

Matriz de acciones que evalúa impactos positivos o negativos a los componentes: aire, suelo y agua según escalas de valoración, calificados mediante los siguientes criterios: (Buroz, 1994)

Esta herramienta tiene la finalidad de diagnosticar la medida ambiental y el carácter de urgencia que requiere el proceso productivo.

Carácter de Impacto

Se refiere si la acción realizada por la empresa es de carácter positivo o negativo.

Intensidad (I)

Indicador subjetivo de predicción establecido por la magnitud de variación entre las acciones actuales y las propuestas. El valor numérico de la intensidad varía de 0 a 10.

Extensión (E)

Indicador referido a las acciones que afectan directa o indirectamente el alcance de impacto.

Tabla 4: Escala de valoración de extensión

Extensión	Valoración
Generalizado	10
Local	5
Muy Local	2

Fuente: (Buroz, 1994)

Duración (D)

Indicador que establece el periodo de tiempo que podría reflejar en el medio ambiente impactos negativos.

Tabla 5: Escala de valoración de duración

Duración (Años)	Plazo	Valoración
>10	Largo	10
5-10	Mediano	5
1-5	Corto	2

Fuente:(Buroz, 1994)

Magnitud (M)

Es el indicador que resume la evaluación mediante la **Ecuación 1**.

Ecuación 1: Ecuación de Magnitud de CRI

$$M = \sum [I * W_I] + (E * W_E) + (D * W_D)$$

Fuente: (Buroz, 1994)

Donde:

I = Intensidad

W_I= Peso del Criterio de Intensidad

E= Extensión

W_E= Peso del Criterio de Extensión

D= Duración

W_D= Peso del Criterio de Duración

La **Tabla 6** muestra los pesos relativos asignados para la **Ecuación 1**.

Tabla 6: Pesos relativos asignados

Criterios	Peso Relativo
$W_{\text{Intensidad}}$	0.40
$W_{\text{Extensión}}$	0.40
$W_{\text{Duración}}$	0.20
W_{Magnitud}	0.61
$W_{\text{Reversibilidad}}$	0.22
W_{Riesgo}	0.17

Fuente: (Buroz, 1994)

Reversibilidad (R)

Indicador que establece subjetivamente la capacidad que tiene cada impacto por acción en retornar al equilibrio.

Tabla 7: Escala de valores de reversibilidad

Categoría	Capacidad de Reversibilidad	Valoración
Irreversible	Reversible de 50 años a más.	10
Parcialmente Reversible	Reversible de 10 a 50 años.	5

Reversible	Reversible de 0 a 10 años.	2
------------	----------------------------	---

Fuente:(Buroz, 1994)

Riesgo (RG)

Indicador que refleja la probabilidad de ocurrencia de un impacto negativo por las acciones establecidas.

Tabla 8: Escala de valoración de riesgo

Probabilidad	Rango(%)	Valoración
Alta	>50	10
Media	10-50	5
Bajo	1-10	2

Fuente: (Buroz, 1994)

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

Índice que integra los criterios de reversibilidad, riesgo y magnitud mediante la **Ecuación 2**.

Ecuación 2: Ecuación de VIA

$$VIA = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

Fuente: (Buroz, 1994)

Donde,

R = Reversibilidad **W_R**= Peso del Criterio de Reversibilidad

RG= Riesgo **W_{RG}**= Peso del Criterio de Riesgo

M= Magnitud **W_M**= Peso del Criterio de Magnitud

La **Tabla 6** señala los pesos relativos asignados para la **Ecuación 2**.

2.2.3.4. *Importancia*

La importancia del diagnóstico de impactos ambientales surge de la facilidad de hallar y proponer cambios adecuados según a las fallas identificadas.

2.2.4. **Análisis de Coste de Vida**

2.2.4.1. *Definición*

El análisis de coste de vida es una herramienta que define los ingresos y gastos que generó la fabricación del producto referida a la materia prima.

2.2.4.2. *Objetivos*

Su objetivo principal del costear el ciclo de vida del producto es analizar los costos detallados y totales por su fabricación.

2.2.5. **Indicadores de Circularidad- Sostenibilidad**

2.2.5.1. *Definición*

Los indicadores de circularidad- sostenibilidad son instrumentos que evalúan la situación actual económica y ambiental de la organización referidos a sostenibilidad y a economía circular. (Cámara de navarra, 2017)

Son clasificados en:

- Indicadores económicos, donde se evalúan costos de ciclo de vida por producto y costes de prevención, detección y corrección ambiental.
- Indicadores de eficiencia en el uso de materiales, determinado por el porcentaje de reutilización de agua y consumo de energía.
- Costes ambientales establecido por el consumo hídrico

2.2.5.2. *Objetivo*

Su objetivo es analizar el estado de gestión ambiental de la organización mediante indicadores económicos, de eficiencia de uso de materiales y de impacto ambiental.

2.2.6. **Gestión de Aguas Residuales**

2.2.6.1. *Definición*

La gestión de aguas residuales estructura sistemas para un manejo y traslado adecuado a su disposición final.

Según la Resolución Jefatura N° 224-2013-ANA, las aguas residuales son aquellas aguas que han pasado por procesos que han perjudicado sus características iniciales y su calidad, las cuales requieren un tratamiento previo para ser reusadas o vertidas en un sistema de alcantarillado cumpliendo con indicadores ambientales. (Autoridad Nacional del Agua, 2013)

2.2.6.2. *Objetivo*

El objetivo de la gestión de aguas residuales es que la empresa conserve la calidad del agua luego de haberla consumido empleando tratamientos físicos, químicos y si es necesario, biológicos.

2.2.6.3. *Procesos*

Los procesos de gestión de aguas residuales son:

- La identificación de aguas residuales generadas.
- La caracterización de las aguas residuales.
- El tratamiento de aguas residuales
- El monitoreo de impactos ambientales

2.2.6.4. Importancia

La importancia de gestión de aguas residuales es fundamentalmente la preservación del recurso hídrico.

2.2.7. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

2.2.7.1. Definición

El tratamiento de aguas residuales es un conjunto de procesos, químicos, físicos y biológicos que tiene como finalidad la eliminación de impurezas y su vez, el cumplimiento de parámetros normativas según su disposición final.

2.2.7.2. Objetivos

- Reestablecer la calidad de las aguas que se vieron afectadas negativamente.
- Reducir impactos ambientales.

2.2.7.3. Procesos

2.2.7.3.1. Pre Tratamiento de Aguas Residuales

El tratamiento de aguas residuales físico que remueve los sólidos de gran tamaño y arenas.

2.2.7.3.2. *Tratamiento de Aguas Residuales Primaria*

El tratamiento físico-químico permite la suspensión de materia sólida en el efluente y su depuración adecuada. (Ingraham & Ingraham, Catherine A. Prentiss, 1998)

Conformado por procesos como: Cribado, sedimentación, flotación, separación de aceites, homogeneización y neutralización. (Sette Ramalho, 1996)

2.2.7.3.3. *Tratamiento de Aguas Residuales Secundaria*

Tratamiento de naturaleza biológica que utiliza microorganismos para eliminar materia orgánica biodegradable. (Ingraham & Ingraham, Catherine A. Prentiss, 1998)

Conformado por procesos como: Lodos activos, lagunaje con aireación, estabilización de lagunaje, filtros biológicos y tratamientos anaeróbicos. (Sette Ramalho, 1996)

2.2.7.3.4. *Tratamiento de Aguas Residuales Terciaria*

El tratamiento terciario denominado tratamiento avanzado, reduce contaminantes, desinfecta al efluente y lo purifica, mejorando la calidad para su reutilización a mayor escala sin afectar a la salud humana. (Sette Ramalho, 1996)

Conformado por procesos como: Micro tamizado, precipitación y coagulación, intercambio iónico, ósmosis inversa, cloración y ozonización. (Sette Ramalho, 1996)

2.2.7.4. *Importancia*

El implementar una planta de tratamiento es de gran importancia industrial, social y ambiental a causa de la preservación del agua para su reúso y minimización de la contaminación.

2.2.8. Consumo Hídrico

2.2.8.1. Definición

Indicador que muestra el volumen total utilizado del recurso hídrico para la producción.

Aguas Azules

El agua azul se denomina al agua dulce, proveniente de ríos, lagos y aguas subterráneas. El agua utilizada regresa intacta, es así que no se toma en cuenta como huella hídrica. (Fondo Mundial para la Naturaleza, 2012)

Aguas Verdes

El agua verde es el agua proveniente de lluvia almacenada en el suelo como humedad; este flujo de agua es la que se emplea para la agricultura y producción forestal. Para el cálculo de huella hídrica es esencial. (Fondo Mundial para la Naturaleza, 2012)

Aguas Grises

Las aguas grises, también conocidas como aguas frescas, son reutilizadas tras ser requeridas para una actividad regidas por estándares ambientales de calidad (ECA), dando lugar al ahorro de este recurso. (Fondo Mundial para la Naturaleza, 2012)

Aguas Negras

Las aguas negras son las aguas residuales, aguas contaminadas cuya calidad se encuentra perjudicada por previos procesos industriales o domésticos que la dañaron.

2.2.8.2. Objetivos

El objetivo de calcular el consumo hídrico es para su control y monitoreo periódico, identificando los procesos que requirieren altos volúmenes de agua y buscar la manera de controlarlo.

2.2.9. Valores Máximos Admisibles (VMA)

2.2.9.1. Definición

Los valores máximos admisibles son valores de concentración en sustancias encargadas de caracterizar las aguas residuales generadas por industrias que van a ser descargados al sistema de alcantarillado. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento & Sedapal, 2009)

Potencial Hidrógeno (PH)

El potencial de hidrógeno es el indicador de referencia para la neutralización, muestra la medida de acidez o alcalinidad de una disolución a una escala de 1 a 14. (Goel, Flora, & Chen, 2005)

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno es un parámetro que identifica la contaminación orgánica del agua caracterizada. (Sette Ramalho, 1996)

Aceites y Grasas (A y G)

Los Aceites y Grasas son compuestos orgánicos constituidos por ácidos grasos, lo que provoca poca solubilidad en agua causando daños en tuberías y provocan turbulencia. (Sette Ramalho, 1996)

Sólidos Totales Suspendidos (TSS)

Los sólidos totales suspendidos, también considerados residuos no filtrables, son los sólidos presentes en el agua previamente caracterizada, que no permite la adecuada purificación del agua. (Sette Ramalho, 1996)

2.2.9.2. Importancia

El cumplimiento de los Valores Máximos Admisibles (VMA) evita el deterioro de instalaciones de la red de alcantarillado además de

afectar los tratamientos de aguas residuales. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento & Sedapal, 2009)

2.3. Glosario de Términos

2.3.1. Carnaza

La carnaza son restos de piel vacuna proveniente de la industria curtiembre y materia prima para la producción de colapez.

2.3.2. Colapez

El producto final colapez tiene dos sub productos:

2.3.2.1. Pura

La *pura* es subproducto de primera calidad de colapez, pasa por todos los procesos en tan solo una oportunidad y su precio es más alto.

2.3.2.2. Remate

El *remate* es subproducto de colapez de segunda calidad, en el proceso de cocción, es lo que no se convirtió en *caldo* y vuelve a ingresar al proceso de cocción por segunda oportunidad, hasta convertirse en *caldo*, en caso no fuera así, es considerado residuo.

2.3.3. Caldo

El termino caldo es empleado para describir el producto semi-terminado proveniente del proceso de cocción, se encuentra en estado líquido lista para pasar a gelificado.

CAPITULO III

3. Situación actual de la empresa

3.1. Descripción de la empresa

La empresa dedicada a la producción de cola industrial de origen animal, con el compromiso de ofrecer al mercado productos de calidad.

3.1.1. Datos Generales

Actividad económica: Producción de Colas Industriales.

Dirección: Rio Seco, Parque Industrial-Arequipa

Número de trabajadores: 20

3.1.2. Clientes

La cartera de clientes con las que trabaja la empresa productora de colapez está centrada en la parte centro y sur del Perú.

3.1.3. Proveedores

La industria curtiembre es la principal proveedora de la materia prima para la producción de cola industrial, estas están ubicadas en Rio Seco - Parque Industrial, Arequipa, es decir en zonas aledañas de dicha empresa.

3.2. Descripción de procesos

3.2.1. Descripción del Proceso Productivo

El proceso de producción de cola industrial, proviene de la carnaza, restos de cuero vacuno de la industria curtiembre, las cuales abastecen diariamente a la empresa productora de colapez con un promedio de tres toneladas de carnaza fresca., su capacidad de producción de 6.8 toneladas, por consiguiente, con dos días de abasto es suficiente para dar inicio al proceso productivo de flujo en serie.

El proceso productivo de colapez requiere principalmente de agua de regadío proveniente del canal de Zamácola, óxido de calcio (CaO), hidróxido de amonio (NH_4OH) y ácido sulfúrico (H_2SO_4), en consecuencia, las aguas residuales generadas son vertidas de manera directa al mismo canal proveedor del agua de regadío, conteniendo reactivos químicos y afectando negativamente al medio ambiente.

El tiempo de producción es de 49 días con catorce operaciones, de las cuales, dos de estas presentan tiempos de preparación: El proceso de caleado por 35 días y el proceso de secado por 3 días, por esta razón es que se extiende el tiempo de producción de 11 días a 49 días.

Foto 1: Empresa Productora de colapez



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La Foto 1 muestra a la planta de la empresa productora de colapez amplia con un área libre de 25.5 m^2 , esta planta no cuenta con un techo es así, que aprovechan el recurso natural de sol para el secado del producto final.

A continuación, se detallan los procesos.

3.2.1.1. Recolección de Materia Prima

Diariamente un camión se encarga de la recolección de 3400 Kg de carnaza con dimensiones de 1.5 m de alto y 0.60 m de ancho cada una y potencial de hidrógeno ácido, las cuales son compradas y recogidas de las empresas curtiembres aledañas, para luego ser

trasladadas y descargadas al almacén de la empresa productora de colapez.

Este proceso tiene una duración de seis horas donde intervienen seis operarios por 6800 Kg de carnaza, uno es el encargado de la conducción y los restantes de la carga y descarga de la materia prima; una vez acopiada la carnaza, inicia el proceso de recorte.

Foto 2: Carnaza Fresca



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La **Foto 2** muestra cómo se almacena la carnaza recién recolectada y lista para la actividad de recorte. Cabe notar que, el área para dicha operación se encuentra apartada de las otras, por medio de cercos de madera.

3.2.1.2. *Recorte*

El proceso de recorte emplea cuchillas para reducir la dimensión de la carnaza recepcionada, de 1.5 m de largo por 0.60 m de ancho a 0.25 m de largo por 0.08 m de ancho; esta actividad surge debido a la facilidad de limpieza y absorción de reactivos químicos en las siguientes operaciones.

3.2.1.3. *Pre-lavado*

El proceso de pre-lavado se encarga de limpiar la carnaza, al encontrarse ya recortada es más profunda y eficiente su limpieza.

Cada proceso del pre-lavado se realiza por diez minutos, al utilizar un botal, maquinaria encargada para el lavado o mezclado de insumos, con capacidad de 1200 Kg es necesario usarla por lo menos seis veces lo que hace que este proceso extienda su duración a seis horas, que son repartidas en dos días con dos operarios responsables de cargar y descargar del botal, en este proceso ingresa la carnaza recortada y 3.4 m³ de agua de regadío.

Foto 3: Proceso de Pre-Lavado



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la **Foto 3** se puede observar la máquina elemental para el proceso de pre-lavado y neutralizado, la cual es el botal, en la parte izquierda se encuentran los baldes, empleados para la carga y descarga de este.

3.2.1.4. Caleado

El proceso de caleado permite abrir fibras de colágeno de la piel de la carnaza y prepararla para la cocción, se encarga de remover pelo y desinfectar la piel de posibles impurezas, reflejándose en un hinchamiento alcalino de la carnaza.

Este proceso emplea un gran volumen de agua y la descarga de sus efluentes tiene un elevado potencial de hidrógeno básico de 12 a 13, debido al reactivo químico empleado.

Para que sea eficiente este proceso, la carnaza debe reposar en Óxido de Calcio (CaO) por lo menos 35 días, la planta cuenta con 21 pozos como muestra la **Foto 4**, cantidad suficiente para reposar la carnaza ingresada diariamente, cuatro operarios son los encargados de agregar el agua de regadío para la mezcla, colocar y retirar carnaza en pozos y añadir óxido de calcio (CaO), pasados los 35 días, la carnaza absorbe el agua lo que hace que tenga un aspecto de carnaza más hinchada.

Foto 4: Proceso de Caleado



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Como muestra la **Foto 4**, la carnaza reposa en pozos con óxido de calcio (CaO), por esa razón la materia prima adquiere el color blanco, las tablas de madera colocadas son para que los operarios puedan supervisar el proceso, analizando si la carnaza está aumentando su volumen.

3.2.1.5. Descaleo

El proceso de Descaleo se encarga de eliminar cualquier resto de óxido de calcio (CaO) que mantenga la carnaza mediante hidróxido de amonio (NH_4OH) para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores.

Este proceso requiere de una maquina llamada palero, la empresa productora de colapez cuenta únicamente con dos maquinarias de estas, las cuales se muestran en la **Foto 5**, con capacidad de 2800 Kg cada una, al tratar un volumen superior se realiza esta operación hasta tres veces, dos de manera simultánea y la otra, una vez

finalizadas las dos anteriores, cada operación es de dos horas, pero se extiende con traslados, vertidas y retiros de carnaza.

Foto 5: Proceso de Descaleo



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La **Foto 5** muestra a un palero, máquina empleada en el proceso de descaleo y a la carnaza en el proceso de eliminación de óxido de calcio (CaO), la carnaza es mezclada con hidróxido de amonio (NH_4OH) y agua de regadío, dentro de un contenedor de cemento.

3.2.1.6. Pesado

El proceso de pesado es un proceso simple pero desgastante ya que usan una balanza con capacidad de 550 Kg equivalente a 22 baldes de 25 Kg, sin embargo, para una tonelada de producción emplean aproximadamente cantidades superiores de carnaza descalcada.

Foto 6: Proceso de Pesado



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La **Foto 6** muestra una balanza que emplea un contenedor de plástico con capacidad de 550 Kg, una vez levantado este contenedor, señala el peso total del cuerpo, lo que permite mantener un control diario de la carnaza que pasará al proceso de neutralizado.

3.2.1.7. Neutralizado

El proceso de neutralizado es el encargado de balancear con Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) el PH hasta obtener un PH neutro, se utiliza un instrumento de medición como es el colorímetro que permite la cuantificación de un color y permite su comparación con otro gracias a su escala de colores que está asignado con un valor numérico.

Gráfico 2: Colorímetro de PH



Fuente: Tiras de PH brindadas por la empresa

Comentario: El **Gráfico 2** señala el resultado del potencial de hidrógeno (PH) del proceso de neutralizado, se realiza hasta tres mezclas con Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) para alcanzar en el colorímetro, un color verdoso claro que muestre el PH neutro.

La operación de neutralizado es un proceso clave en este ciclo productivo, ingresa Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) diluido en $24 m^3$ de agua de regadío. Al obtener un PH de 13 en el proceso de caleo, es necesario neutralizarlo con un ácido como es el ácido sulfúrico (H_2SO_4) para alcanzar el PH de 7, se tiene una inspectora que se encarga de verificar el PH mientras se encuentran en los botales, es uno de los procesos más largos con una duración de nueve horas.

Este proceso tiene cinco fases, la primera es de limpieza general de la materia prima con una duración de dos horas, donde se elimina cualquier resto pendiente de óxido de calcio (CaO) que quedó en el proceso de descaleo para finalmente desaguar el agua empleada.

La actividad de desaguado se realiza de dos maneras, el generado por el mismo proceso y el manual.

a. Desaguado generado por el mismo proceso

Esta actividad se origina mientras la lavadora industrial, el botal, gira para eliminar el reactivo químico, óxido de calcio (CaO). Con pequeños orificios laterales descarga las aguas residuales directamente a rejillas que se dirigen al canal de Zamácola sin ser previamente tratada.

b. Desaguado manual

Actividad final de la primera fase del proceso de neutralizado, culminado el desaguado generado por el mismo proceso se procede a retirar el agua restante con mallas para evitar la caída de la materia prima, la carnaza, mediante dos baldes de 25 Kg. para que, posteriormente el operario pueda trasladarlo y verterlo al botal para así, reutilizar los efluentes líquidos para la limpieza

de botales como actividad final del proceso de neutralizado, cumpliendo con la Ley de seguridad y salud del trabajo que describe que solo un trabajador puede levantar desde el suelo en la manipulación manual de carga realizada hasta 25 kg. (El Peruano, 2009)

La segunda fase es en la que se añade ácido sulfúrico (H_2SO_4) por primera oportunidad para iniciar la neutralización, el botal gira por dos horas hasta realizar la medición de PH que generalmente alcanza una potencia de hidrógeno de 10.

La tercera fase se encarga de una limpieza por hora y media para retirar ácido sulfúrico (H_2SO_4) recientemente añadido, cargando y descargando el agua de regadío hasta en dos oportunidades.

La cuarta fase es la definitiva, regularmente en esta, la potencia de hidrógeno llega a ser 7, no obstante, en caso contrario, seguirá repitiendo estos procesos hasta alcanzar un PH neutro, en esta etapa se añade ácido sulfúrico (H_2SO_4) nuevamente para basificar la mezcla, la quinta y última etapa es encargada de la limpieza y la descarga de la carnaza ya neutralizada.

A pesar que, los cuatro botales con capacidades de 1200 Kg y de 2800 Kg, trabajan en forma simultánea neutralizando la materia prima, es un proceso que involucra casi toda la jornada laboral, donde cuatro operarios únicamente participan en labores de carga, trasladando la materia prima en baldes de 25 kg hasta cubrir los 1200 kg y/o 2800 kg que se tiene de capacidad por botal.

Este proceso genera por cuarta oportunidad desechos de aguas residuales, con químicos contaminantes como es hidróxido de amonio (NH_4OH) que queda del proceso de descaleo y ácido sulfúrico (H_2SO_4) de este proceso.

Foto 7: Proceso de Neutralizado

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la **Foto 7** se puede observar un botal del área de neutralizado y una banca, esta es empleada para que el operario abra la compuerta y supervise el PH.

Finalmente, el proceso de neutralizado realiza el enjuague de botaes para retirar los restos de carnaza o reactivos químicos presentes por la operación, requiriendo en el primer enjuague 3000 litros, donde 200 litros son reusadas de la fase uno de este mismo proceso con previos filtros para evitar trozos de materia prima presentes en el agua y en el segundo 6300 litros de agua verde, el 80% de la capacidad del botal. Estas aguas son vertidas nuevamente al canal de Zamácola.

3.2.1.8. Cocción

El proceso de cocción presenta dos calidades de producto final durante su actividad, la primera cocción da como resultado un producto de calidad llamada *pura* y la segunda, el *remate*, es el recocado de materia sólida sobrante de la primera cocción.

En este proceso, ingresa un volumen mayor a ocho toneladas de carnaza neutralizada descargadas de las pailas. Una vez iniciado el proceso de cocción se debe remover y mantener una temperatura de

60°C dando una supervisión horaria para finalmente obtener un líquido denso de 0.98 a 1.04 g/ml.

Posteriormente se realiza el filtrado de la primera cocción, obteniendo el 72% como primera salida, mientras que el 28% de materia sólida restante, reingresan a este mismo proceso para su reaprovechamiento; al ser reprocesados se tiene un segundo tipo de producto, denominado *remate*. Cabe destacar, que se sigue extrayendo materia sólida y al no poder reingresar al proceso productivo por primera oportunidad se genera residuos sólidos, 1200 Kg.

Este proceso tiene una duración de aproximadamente nueve horas, trabajando las todas las pailas en paralelo, al tener dos tipos de salidos, *la pura* y *el remate*, duplica la duración para aprovechar todo el volumen tratado para lo que se necesitan 4 operarios, dos encargados de remover la materia tratada y supervisar que la temperatura se mantenga en 60°C y los otros dos restantes encargados de la carga y descarga de las pailas, en la **Foto 8** se puede observar como es esta maquinaria.

Foto 8: Proceso de Cocción



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La **Foto 8** muestra a una paila de acero encargada de la cocción, en el lado izquierdo se aprecia un tubo por donde descarga el *caldo* que será filtrado y gelificado posteriormente.

3.2.1.9. Filtrado

El proceso de filtrado se encarga de separar toda la materia sólida de la líquida usando una delgada malla de algodón, para reintegrarla nuevamente a este mismo y así dar lugar a los productos denominados *pura* y *remate*.

Los residuos son aproximadamente de 300 kg aparte de 1200 kg de residuos del proceso de cocción siendo así un total de 1500 kg de pérdidas.

Foto 9: Proceso de Filtrado



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La **Foto 9** muestra dos cilindros en el proceso de filtrado que, mediante mallas separa el material sólido del *caldo* proveniente del proceso de cocción.

3.2.1.10. Gelificado

El proceso de gelificado es un proceso de reposo extenso de más de doce horas, donde la colapez líquida se transforma en gel.

El proceso de gelificado empieza con el vertido de colapez líquida en fuentes, 430 fuentes son *pura* y 172 fuentes son *remate*, al tener dos productos la *pura* y *remate*, la *pura* se deja reposando toda la noche mientras el *remate* se deja toda la mañana, estas fuentes se

encuentran diferenciadas por colores para poder diferenciarlas hasta el final del proceso productivo.

En este proceso intervienen 4 operarios, llenando fuentes y colocándolas en estantes.

Foto 10: Proceso de Gelificado



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la **Foto 10** se puede observar fuentes colocadas en estantes de hierro para su gelificado y así, realizar un conteo de fuentes para posteriormente pasar a cortado.

3.2.1.11. Cortado

El proceso de cortado se encarga de cortar la colapez gelificada convirtiéndolas en placas que sean más manipulables y susceptibles a cambios de estado de materia.

A este proceso ingresan 602 fuentes de colapez que, mediante una máquina cortadora, que encaja perfectamente con la dimensión de una fuente, se realiza 26 cortes, es decir se producen aproximadamente 15 652 placas gelificadas, 11 180 placas son *pura* y 4472 son *remate*.

El proceso de cortado se da en tres etapas: Desmolde, cortado y despacho para tendido cada una con un operario responsable, este proceso durará nueve horas.

Foto 11: Proceso de Cortado



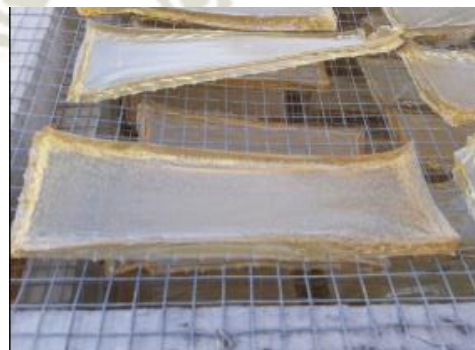
Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La **Foto 11** muestra el proceso de cortado, antes de pasar por la máquina cortadora se desprende del molde, como se observa en esta foto, se encaja el *caldo* gelificado con la máquina, para finalmente ser cortada y colocada nuevamente a la fuente para su traslado.

3.2.1.12. *Secado*

El proceso de secado es el proceso más extenuante por parte de los dos operarios encargados ya que se debe trasladar las 602 fuentes mencionadas del área de cortado al área de secado.

Foto 12: Placas de Colapez



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la **Foto 12** podemos observar las placas de colapez que pueden ser vendidas de esta forma o pasar por el proceso de molienda y refinado, estas placas son colocadas en bastidores de madera con mallas de fierro en forma manual, una por una, reposando por tres días hasta su completa deshidratación.

A su vez, se debe retirar las 15 652 placas para colocarlas en cada bastidor, con capacidad de 85 placas, utilizando 184 bastidores por un tiempo de tres días. En este proceso no se usa maquinaria, únicamente los recursos naturales de sol y aire.

Al ser bastante la producción que se acumula para luego pasar a la molienda se usa más del cincuenta por ciento de la planta que abastece todas rumas ocupadas por las placas. Cabe mencionar que, en este proceso de deshidratado se pierde el 85% del producto final, quedando así, únicamente 1000 Kg para el siguiente proceso.

Foto 13: Proceso de Secado



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la **Foto 13** se puede observar la aglomeración de bastidores en toda el área de secado, a pesar de su mala distribución el proceso de secado no se ve afectado.

3.2.1.13. Molienda

El proceso de molienda es el encargado de convertir una placa de colapez en partículas medianamente pequeñas con dimensión granulométrica de 2 mm.

Foto 14: Proceso de Molienda



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La **Foto 14** muestra la máquina de molienda de acero, las placas de colapez ingresan por la tolva y una vez molida pasa al proceso de refinado.

Al tener maquinaria mecánica se necesita una persona encargada, para su control, carga y descarga.

3.2.1.14. Refinado

El proceso de refinado se encarga de moler por segunda oportunidad usando mallas más finas de 0.06 mm de dimensión granulométrica para que el resultado sea uniforme.

Este proceso, mantiene el mismo operario que en el de proceso de molienda para el cambio de mallas, control, carga y descarga en otra máquina encargada netamente al refinado, se conserva la misma cantidad de volumen tratado es decir 1000 Kg.

Foto 15: Proceso de Refinado



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la **Foto 15** observamos la máquina de refinado que utiliza mallas para un resultado más fino, esta se encuentra al costado de la máquina de molienda, para que este proceso se de manera secuencial.

3.2.1.15. *Empaquetado*

El producto final será empaquetado en sacos de 50 Kg, es decir para esta producción se obtendrá 20 sacos diarios, de los cuales 15 sacos son *pura* y 5 sacos son *remate*, diferenciados en cuestión de calidad y costo.

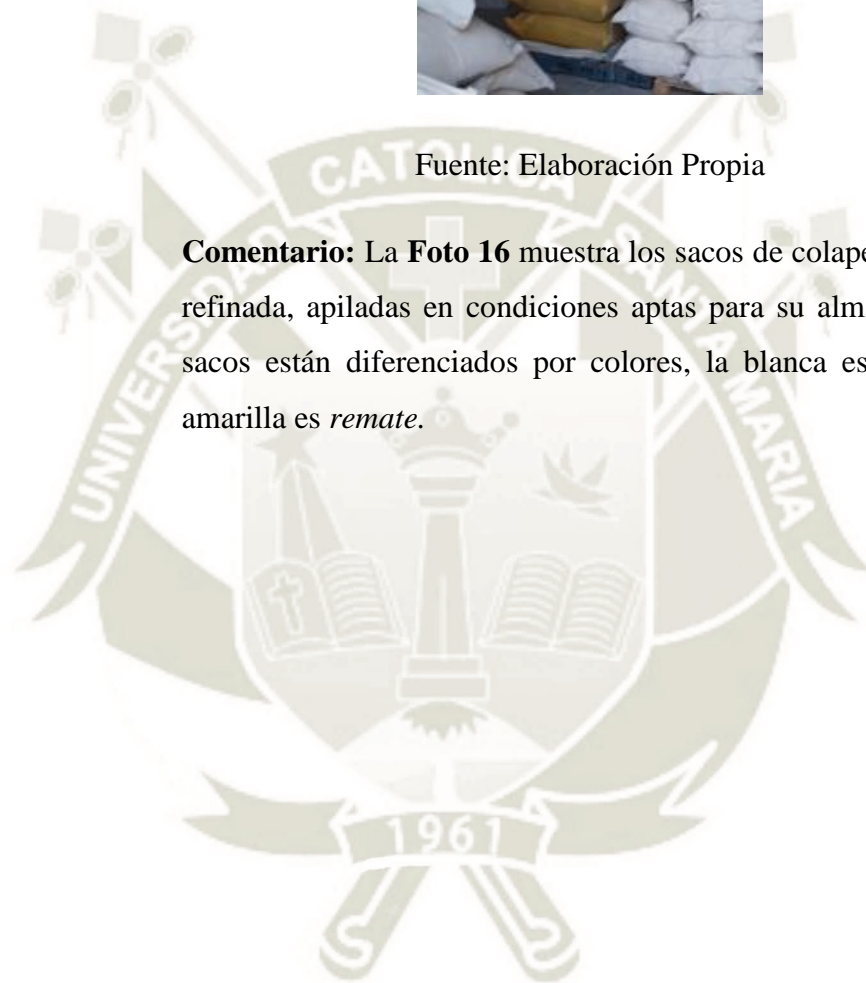
En este proceso se encarga solo un operario, el mismo de molienda y refinado, ya que son procesos secuenciales, este proceso involucra el cosido y amarrado de sacos.

Foto 16: Proceso de Empaquetado

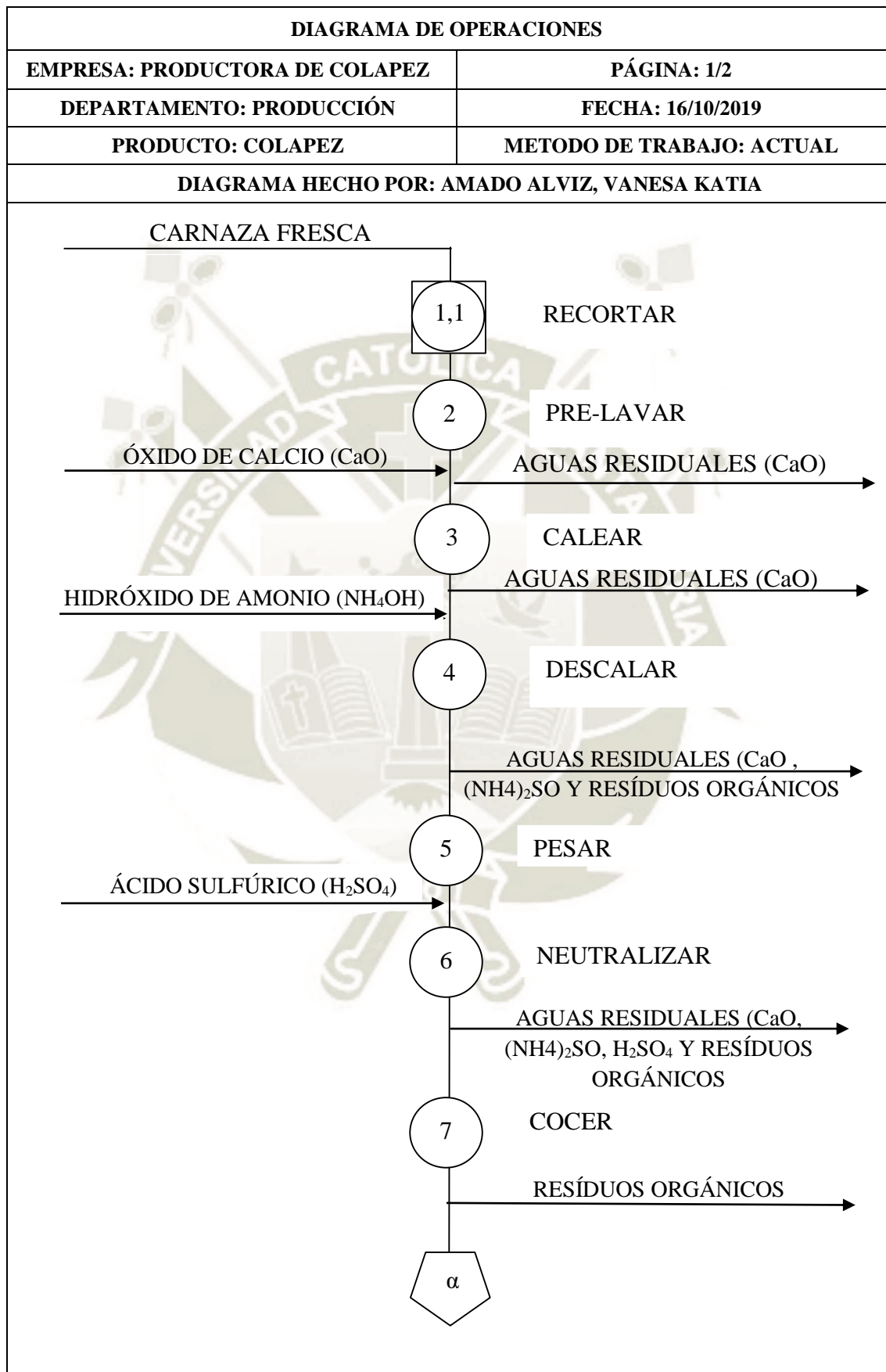


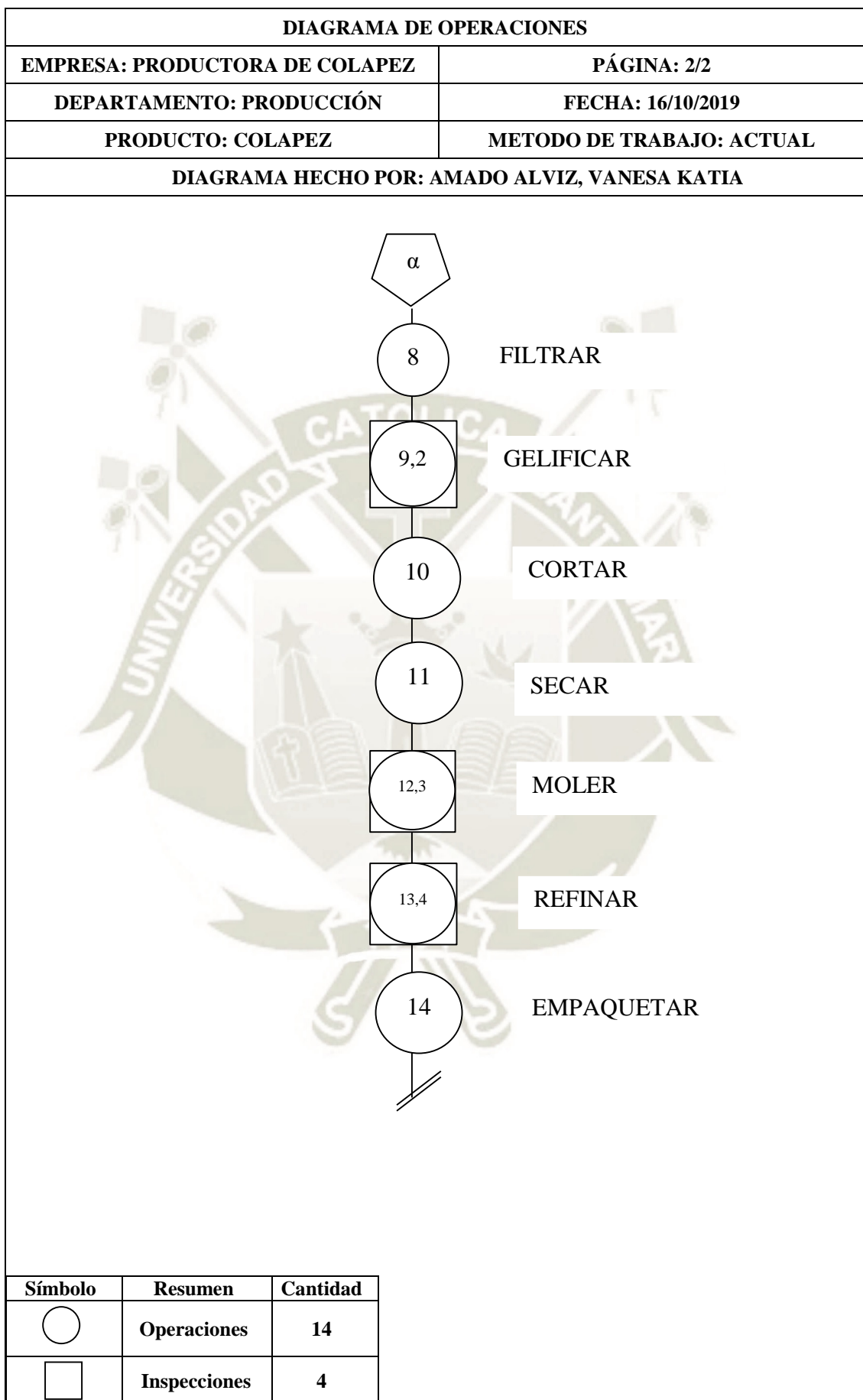
Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La **Foto 16** muestra los sacos de colapez ya molida y refinada, apiladas en condiciones aptas para su almacenaje. Estos sacos están diferenciados por colores, la blanca es la *pura* y la amarilla es *remate*.

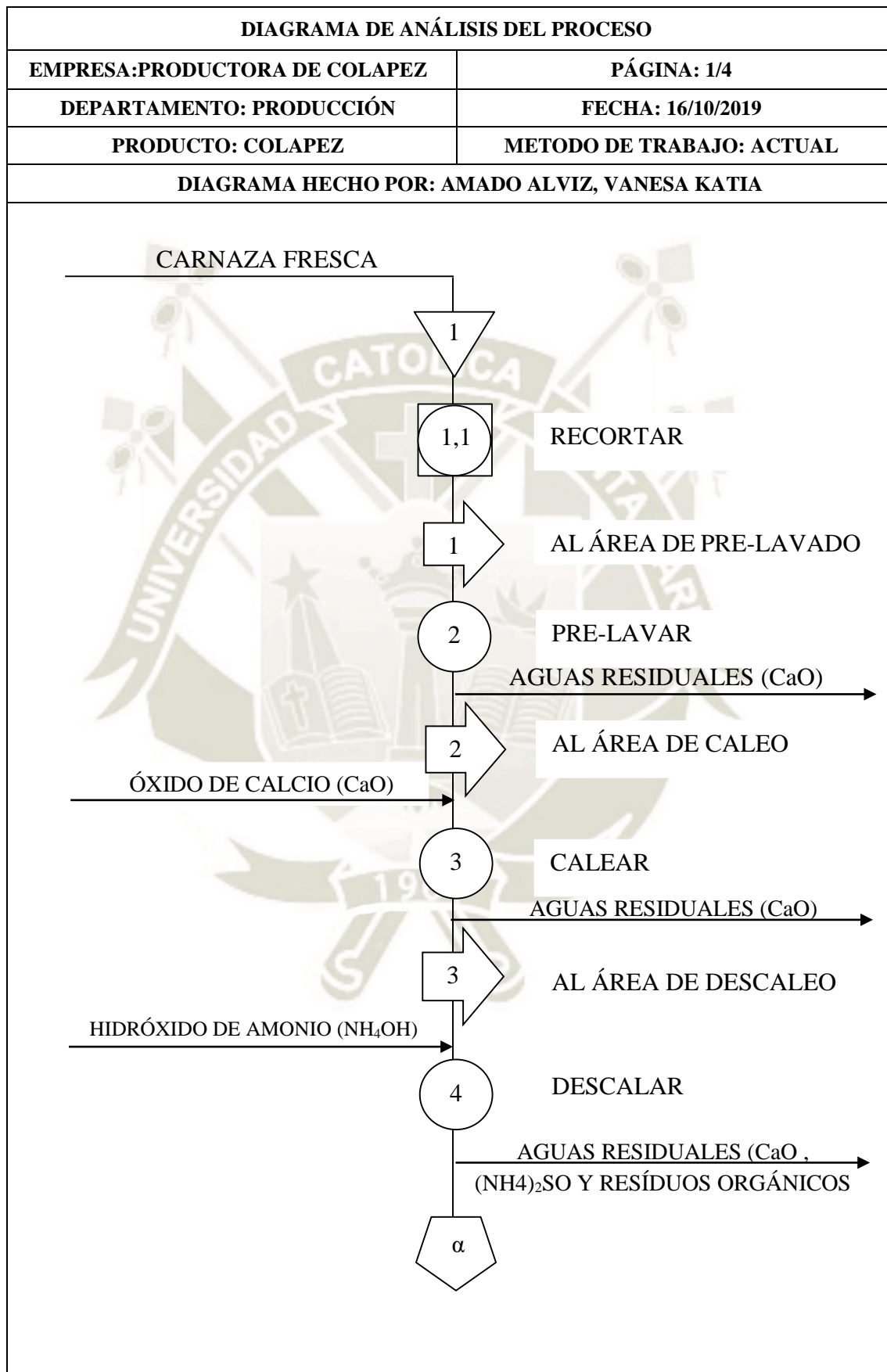


3.2.1. Diagrama de Operaciones

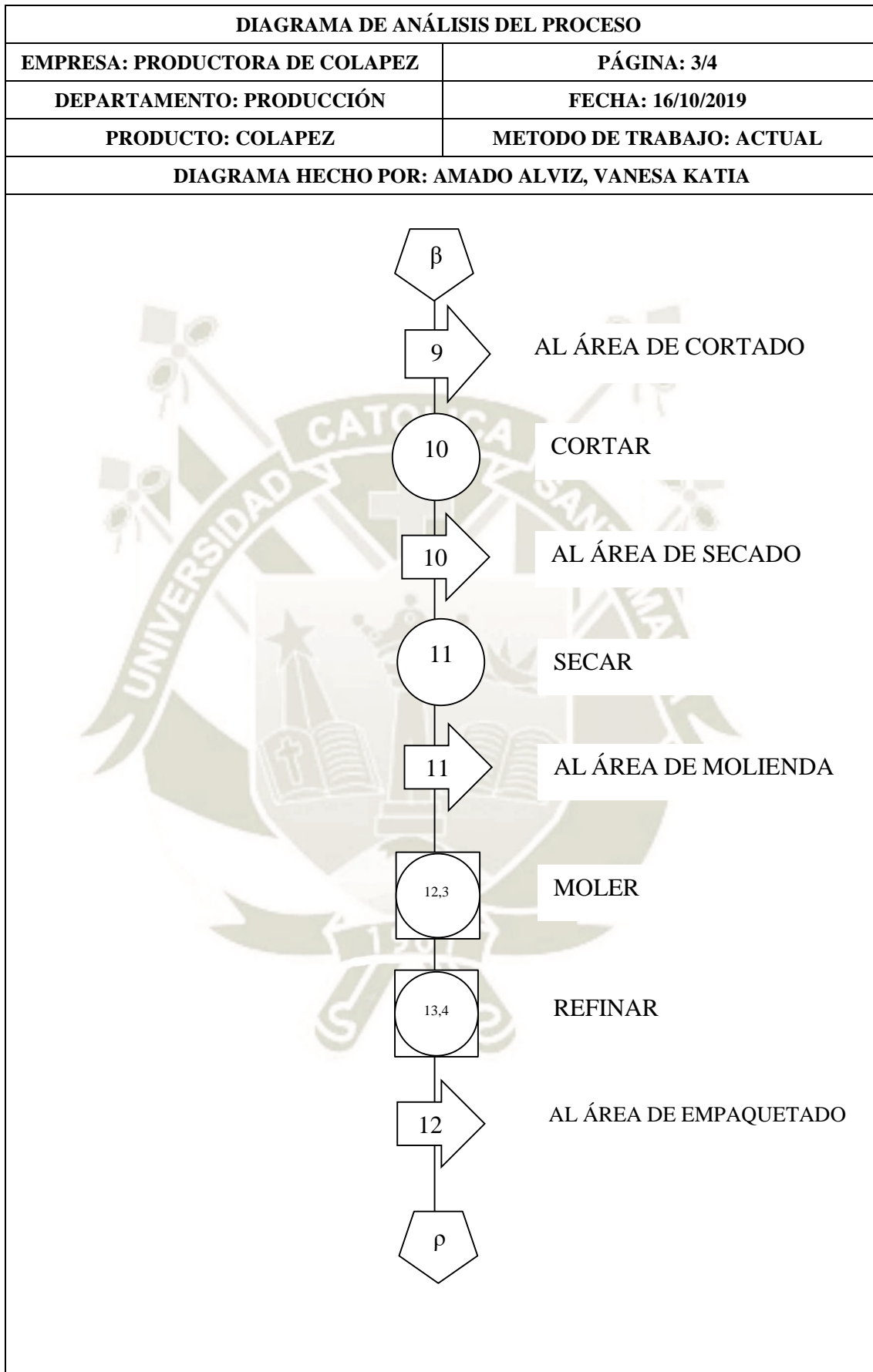


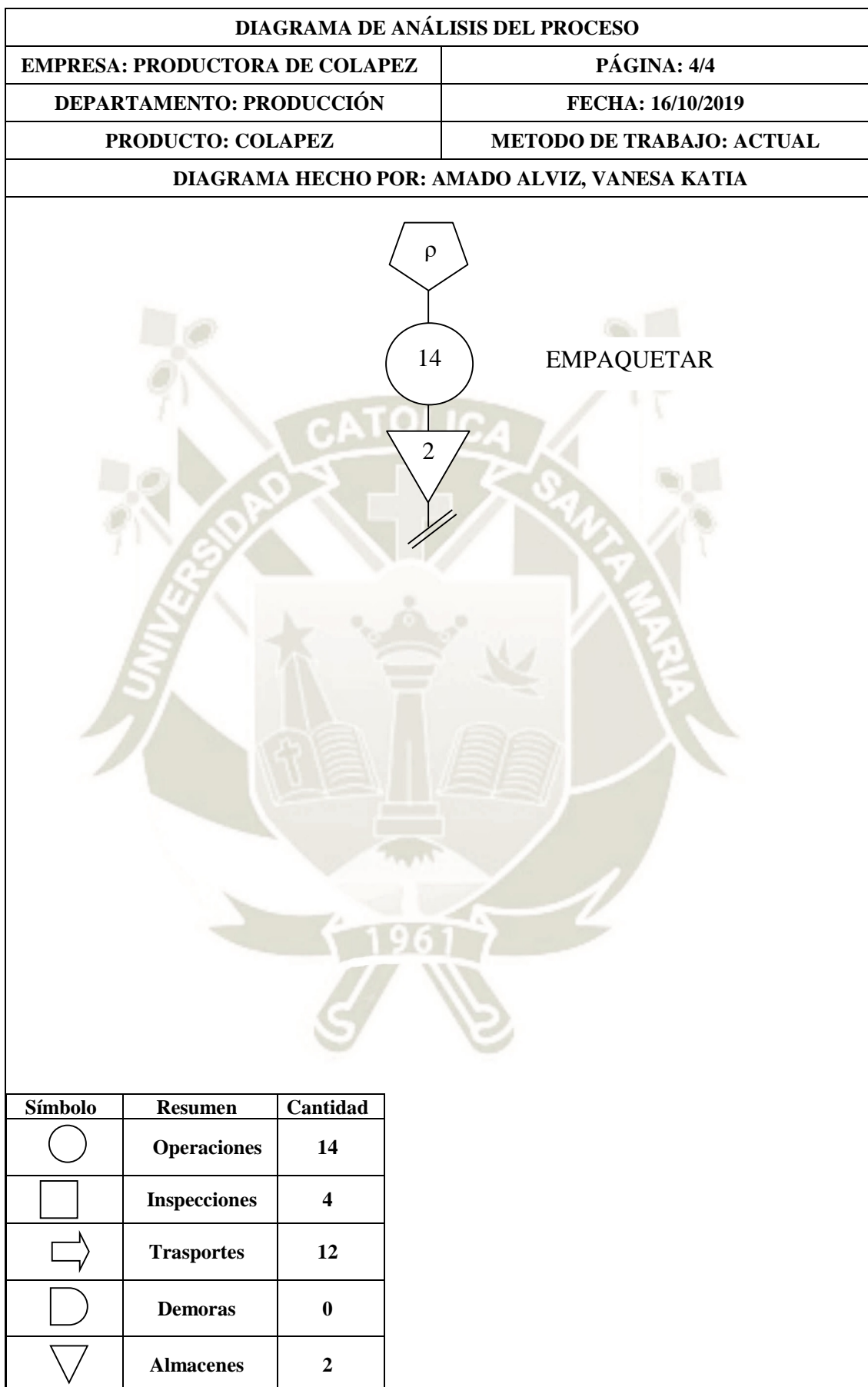


3.2.2. Diagrama de Análisis de Proceso









3.2.3. Diagrama de Análisis de Proceso Detallado

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DETALLADO									
EMPRESA: PRODUCTORA DE COLAPEZ				PÁGINA: 1/6					
DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN				FECHA: 16/10/2019					
PRODUCTO: COLAPEZ				MÉTODO DE TRABAJO: Actual					
DIAGRAMA HECHO POR: AMADO ALVIZ, VANESA KATIA									
ACTIVIDAD	C	D	T	SIMBOLOS					N°
	U	m	Min	○	□	◻	⇨	▷	Op
Almacenar	6800 kg		360					X	6
Recolección de Materia Prima	6800 kg		240	X					6
Descarga de Materia Prima	6800 kg		120	X					6
Recortar	6800 kg		600	X					10
Selección y Recorte	6800 kg		600			X			10
Área de Pre-Lavado	6800 kg		36				X		5
Trasladar Carnaza a Pre-Lavado	6800 kg		36				X		5
Pre-Lavar	6800 kg		324	X					2
Llenar Botal con Agua de Regadío	430 Kg		5	X					1
Cargar la Carnaza a Botal	1200 Kg		18	X					2
Pre- Lavar	1200 Kg		10	X					0
Descargar la Carnaza de Botal	1200 Kg		18	X					2
Desaguar Botal	430 Kg		5	X					1
Llenar Botal con Agua de Regadío	430 Kg		5	X					1
Cargar la Carnaza a Botal	1200 Kg		18	X					2
Pre- Lavar	1200 Kg		10	X					0
Descargar la Carnaza de Botal	1200 Kg		18	X					2
Desaguar Botal	430 Kg		5	X					1
Llenar Botal con Agua de Regadío	430 Kg		5	X					1
Cargar la Carnaza a Botal	1200 Kg		18	X					2
Pre- Lavar	1200 Kg		10	X					0
Descargar la Carnaza de Botal	1200 Kg		18	X					2
Desaguar Botal	430 Kg		5	X					1
Llenar Botal con Agua de Regadío	430 Kg		5	X					1
Cargar la Carnaza a Botal	1200 Kg		18	X					2
Pre- Lavar	1200 Kg		10	X					0
Descargar la Carnaza de Botal	1200 Kg		18	X					2
Desaguar Botal	430 Kg		5	X					1

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DETALLADO									
EMPRESA: PRODUCTORA DE COLAPEZ				PÁGINA: 2/6					
DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN				FECHA: 16/10/2019					
PRODUCTO: COLAPEZ				MÉTODO DE TRABAJO: Actual					
DIAGRAMA HECHO POR: AMADO ALVIZ, VANESA KATIA									
ACTIVIDAD	C	D	T	SIMBOLOS				N°	
	U	m	Min	○	□	◻	⇨	▽	Op
Cargar la Carnaza a Botal	1200 Kg		18	X					2
Pre- Lavar	1200 Kg		10	X					0
Descargar la Carnaza de Botal	1200 Kg		18	X					2
Desaguar Botal	430 Kg		5	X					1
Llenar Botal con Agua de Regadío	430 Kg		5	X					1
Cargar la Carnaza a Botal	1200 Kg		18	X					2
Pre- Lavar	1200 Kg		10	X					0
Descargar la Carnaza de Botal	1200 Kg		18	X					2
Desaguar Botal	430 Kg		5	X					1
Área de Caleo	6800 kg		60				X		4
Trasladar Carnaza a Caleado	6800 kg		60				X		4
Calear	6800 kg		3064	X					4
Añadir Agua de Regadío a Pozos	1400 Kg		5	X					1
Colocar Carnaza en Pozos	6800 kg		30	X					4
Añadir Oxido de Calcio (CaO)			13	X					2
Calear	6800 kg		2880	X					0
Retirar y Verifica la Calidad de Carnaza de Pozos	8400 Kg		126				X		4
Retirar Restos de Oxido de Calcio (CaO)	50 Kg		10	X					1
Área de Descaleo	8400 Kg		112				X		4
Trasladar Carnaza a Descaleo	8400 Kg		112				X		4
Desencalear	8400 Kg		458	X					4
Añadir Agua de Regadío a Paleros	6000 Kg		5	X					1
Verter la Materia Prima en Paleros	8400 Kg		56	X					4
Añadir Hidróxido de Amonio			5	X					1
Desencalear	8400 Kg		240	X					0
Retirar Materia Prima de Paleros	8400 Kg		112	X					4
Retirar Aguas Residuales	6012 Kg		40	X					1
Área de Pesado	8400 Kg		28				X		4
Trasladar Carnaza a Área de Pesado	8400 Kg		28				X		6

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DETALLADO										
EMPRESA: PRODUCTORA DE COLAPEZ					PÁGINA: 3/6					
DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN					FECHA: 16/10/2019					
PRODUCTO: COLAPEZ					MÉTODO DE TRABAJO: Actual					
DIAGRAMA HECHO POR: AMADO ALVIZ, VANESA KATIA										
ACTIVIDAD	C	D	T	SIMBOLOS						N°
	U	m	Min	○	□	◉	⇨	▷	▽	Op
Pesar	8400 Kg		43	X						4
Cargar a Balanza	8400 Kg		14	X						6
Pesar	8400 Kg		15	X						1
Descargar de Balanza	8400 Kg		14	X						6
Área de Neutralizado	8400 Kg		10				X			6
Trasladar Carnaza a Área de Neutralizado	8400 Kg		10				X			6
Neutralizar	8400 Kg		635	X						1
Carga Carnaza a Botol	8400 Kg		42	X						4
Llenar con Agua de Regadío	3000 Kg		12	X						1
Mezclar y Limpiar la Carnaza	8400 Kg		20	X						0
Desagua por Operación	2800 Kg		8	X						1
Desagua Manual	200 Kg		4	X						2
Llenar con Agua de Regadío	3000 Kg		12	X						1
Mezclar y Limpiar la Carnaza	8400 Kg		20	X						0
Desagua por Operación	2800 Kg		8	X						1
Desagua Manual	200 Kg		4	X						2
Llenar con Agua de Regadío	3000 Kg		12	X						1
Añade Ácido Sulfúrico			4	X						1
Mezclar	8400 Kg		20	X						0
Reposar	8400 Kg		60	X						0
Medir PH	8400 Kg		4		X					1
Desagua	3000 Kg		12	X						0
Llenar con Agua de Regadío	3000 Kg		12	X						1
Mezclar y Limpiar la Carnaza	8400 Kg		20	X						0
Desagua	3000 Kg		12	X						0
Llenar con Agua de Regadío	3000 Kg		12	X						1
Mezclar y Limpiar la Carnaza	8400 Kg		20	X						0
Desagua	3000 Kg		12	X						0
Llenar con Agua de Regadío	3000 Kg		12	X						1
Añade Ácido Sulfúrico			4	X						1
Mezclar	8400 Kg		60	X						0
Reposar	8400 Kg		60	X						0
Medir PH	8400 Kg		4		X					1
Desagua	3000 Kg		12	X						0

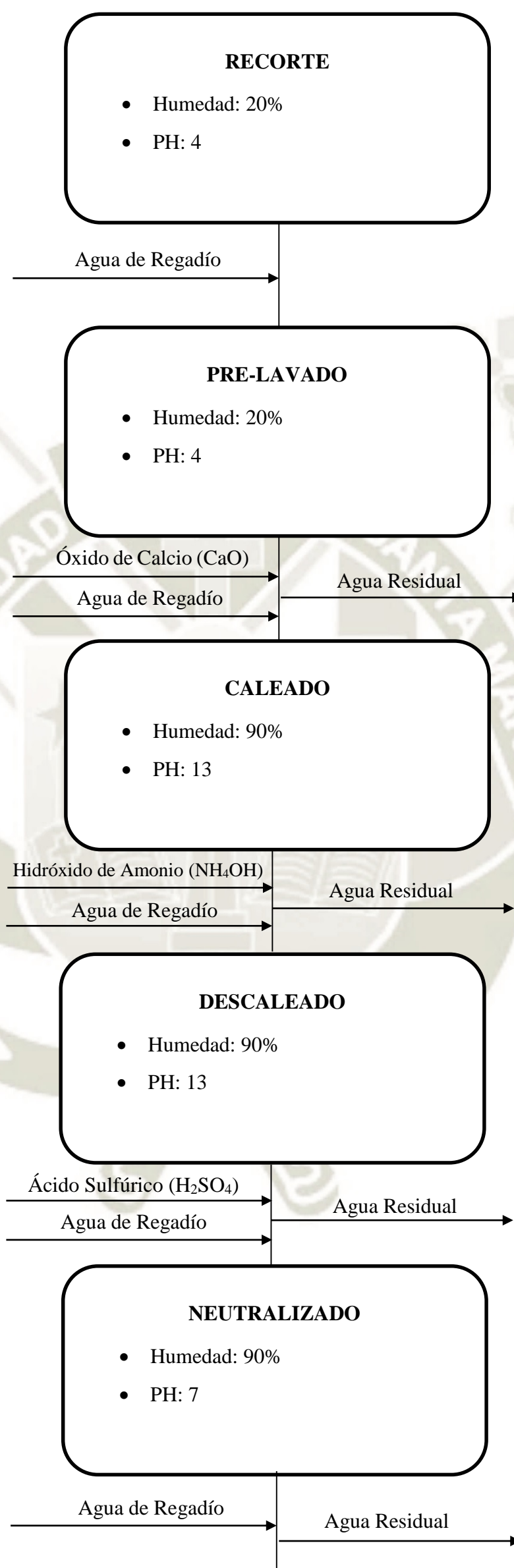
DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DETALLADO									
EMPRESA: PRODUCTORA DE COLAPEZ				PÁGINA: 4/6					
DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN				FECHA: 16/10/2019					
PRODUCTO: COLAPEZ				MÉTODO DE TRABAJO: Actual					
DIAGRAMA HECHO POR: AMADO ALVIZ, VANESA KATIA									
ACTIVIDAD	C	D	T	SIMBOLOS					N°
	U	M	Min	○	□	◉	⇨	▷	Op
Llenar con Agua de Regadío	3000 Kg		12	X					1
Mezclar y Limpiar la Carnaza	8400 Kg		20	X					0
Desagua	3000 Kg		12	X					0
Llenar con Agua de Regadío	3000 Kg		12	X					1
Mezclar y Limpiar la Carnaza	8400 Kg		20	X					0
Desagua	2900 Kg		12	X					0
Medir PH neutro	8500 Kg		4		X				1
Descargar de Carnaza Neutralizada	8500 Kg		42	X					4
Filtrar Agua Reusada	400 Kg		5	X					2
Llenar con Agua Reusada los Botales y Agua de Regadío	2000 Kg		10	X					2
Limpiar botales con Agua Reusada y de Regadío	2000 Kg		15	X					0
Desaguar	2000 Kg		5	X					1
Área de Cocción	8500 Kg		60			X			4
Traslado de Materia Prima	8500 Kg		60			X			4
Cocer	8500 Kg		1049	X					4
Cargar Carnaza a Pailas	8500 Kg		57	X					6
Remover y Mantener 60 °C	8500 Kg		15			X			1
Cocer	8500 Kg		105	X					0
Remover y Mantener 60 °C	8500 Kg		15			X			1
Cocer	8500 Kg		105	X					0
Remover y Mantener 60 °C	8500 Kg		15			X			1
Cocer	8500 Kg		105	X					0
Remover y Mantener 60 °C	8500 Kg		15			X			1
Cocer	8500 Kg		45	X					0
Colocar Baldes para Descarga	8500 Kg		7	X					1
Descargar de Pailas	8500 Kg		10	X					0
Separar Materia Liquida de Solida	5150 Kg		20	X					0
Cargar Materia Sólida (Segunda Cocción)	3350 Kg		33.5	X					4
Cocer a Fuego Lento	3350 Kg		420	X					0
Colocar baldes para Descarga	3350 Kg		3	X					3
Descargar de Remate de Pailas	2150 Kg		4	X					0

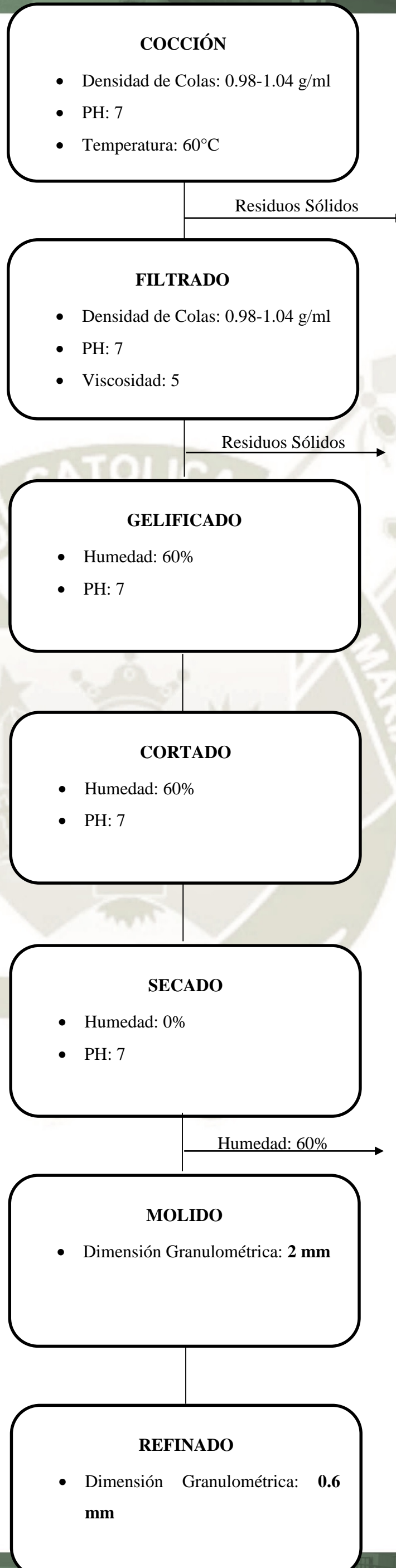
DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DETALLADO										
EMPRESA: PRODUCTORA DE COLAPEZ				PÁGINA: 5/6						
DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN				FECHA: 16/10/2019						
PRODUCTO: COLAPEZ				MÉTODO DE TRABAJO: Actual						
DIAGRAMA HECHO POR: AMADO ALVIZ, VANESA KATIA										
ACTIVIDAD	C	D	T	SIMBOLOS					N°	
	U	m	Min	○	□	◻	⇨	▷	▽	Op
Desechar Residuos	1200 Kg		4	X						0
Limpiar Pailas			70	X						2
Área de Filtrado	7300 Kg		15				X			8
Trasladar la Carnaza a Filtrado	7300 Kg		15				X			8
Filtrar	7300 Kg		53	X						8
Colocar Malla de Filtrado	7300 Kg		10	X						1
Verter y Filtrar de Baldes a Cilindros	7000 Kg		37	X						8
Desechar Residuos	300 Kg		6	X						2
Área de Gelificado	7000 Kg		20				X			1
Trasladar Carnaza a Gelificado	7000 Kg		20				X			1
Gelificar	7000 Kg		1690				X			4
Llenar Fuentes	7000 Kg		50	X						4
Reposar	7000 Kg		1560	X						0
Separar Materia Prima de Primera y Segunda Calidad	7000 Kg		20	X						4
Colocar en Estantes	7000 Kg		60	X						4
Área de Cortado	7000 Kg		100				X			3
Trasladar Colapez Gelificada a Cortado	7000 Kg		100				X			3
Cortar	7000 Kg		453	X						3
Desmolde	7000 Kg		151	X						1
Cortado	7000 Kg		151	X						1
Despacho para Tendido	7000 Kg		151	X						1
Área de Secado	7000 Kg		151				X			2
Traslado de Placas a Secado	7000 Kg		151				X			2
Secar	7000 Kg		4554	X						6
Colocar Placas en Bastidores	7000 Kg		50	X						6
Secar	7000 Kg		4320	X						0
Retirar Placas de Bastidores	1000 Kg		184	X						2
Área de Molienda	1000 Kg		45				X			2
Traslado de Placas a Molienda	1000 Kg		45				X			4
Moler	1000 Kg		250				X			1
Colocar Placas a Moledora	1000 Kg		90	X						1
Moler	1000 Kg		150	X						1

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DETALLADO										
EMPRESA: PRODUCTORA DE COLAPEZ					PÁGINA: 6/6					
DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN					FECHA: 16/10/2019					
PRODUCTO: COLAPEZ					MÉTODO DE TRABAJO: Actual					
DIAGRAMA HECHO POR: AMADO ALVIZ, VANESA KATIA										
ACTIVIDAD	C	D	T	SIMBOLOS						N°
	U	m	Min	○	□	◻	⇨	D	▽	Op
Retirar Sacos	1000 Kg		10	X						1
Refinar	1000 Kg		245			X				1
Cambiar de Mallas	1000 Kg		5	X						1
Colocar Placas a Refinadora	1000 Kg		90	X						1
Refinar	1000 Kg		150	X						1
Área de Empaquetado	1000 Kg		20				X			1
Traslado de Colapez a Empaquetado	1000 Kg		20				X			1
Empaquetar	1000 Kg		220	X						1
Coser Sacos	1000 Kg		160	X						1
Amarrar Sacos	1000 Kg		60	X						1



3.2.4. Diagrama de Bloques

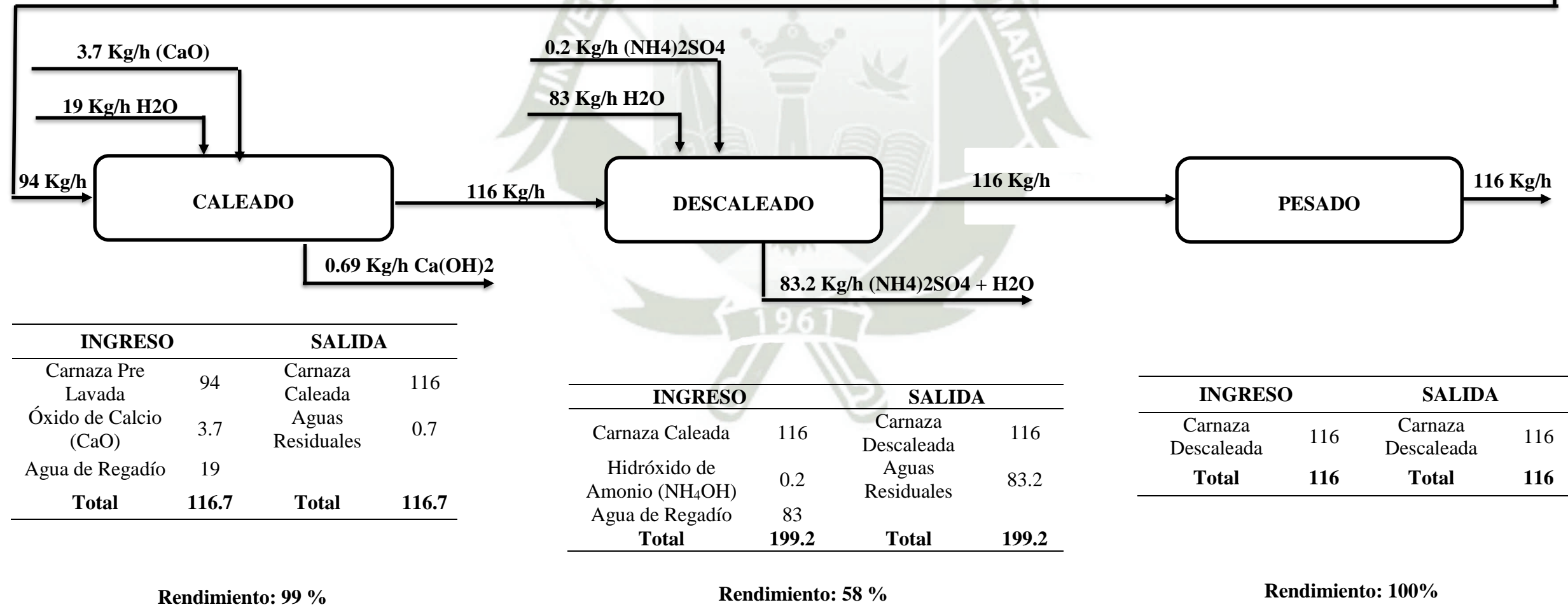
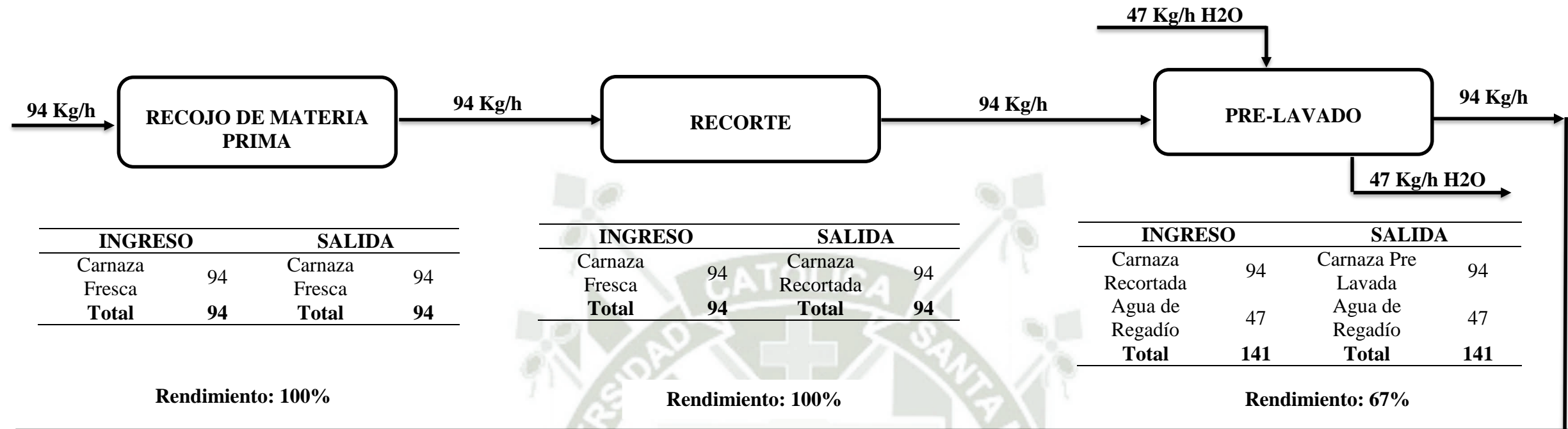


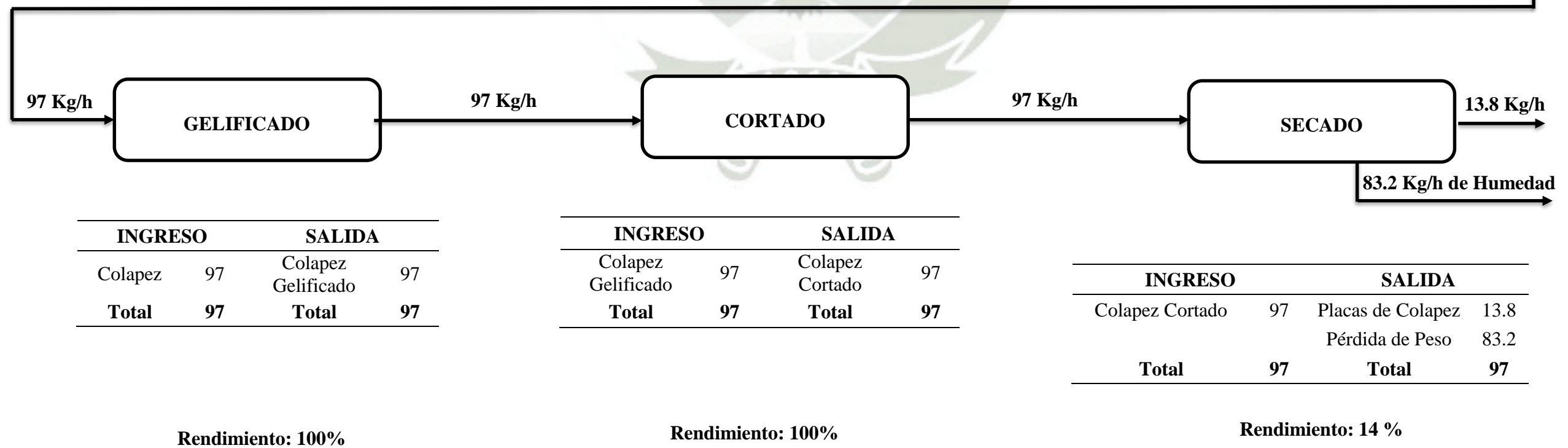
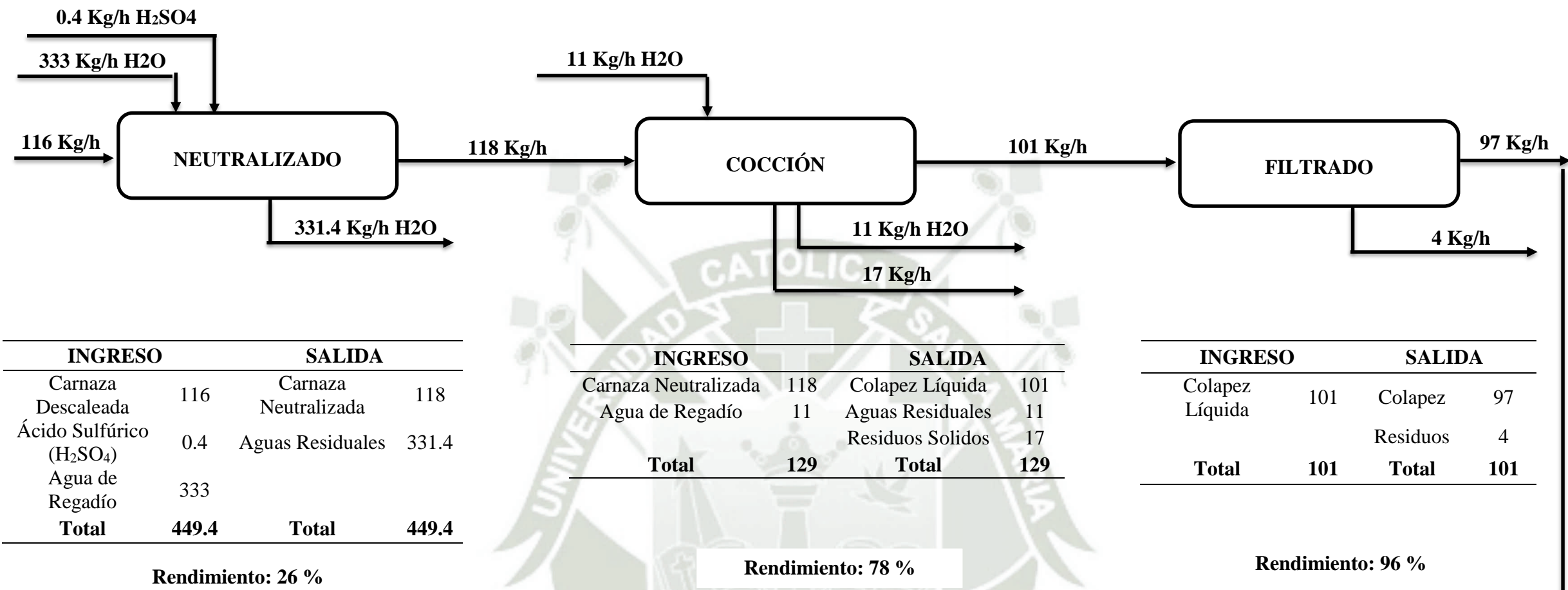


3.2.5. Flow Sheet



3.2.6. Balance de Materia







INGRESO		SALIDA	
Placas de Colapez	13.8	Colapez Molido	13.8
Total	13.8	Total	13.8

Rendimiento: 100%

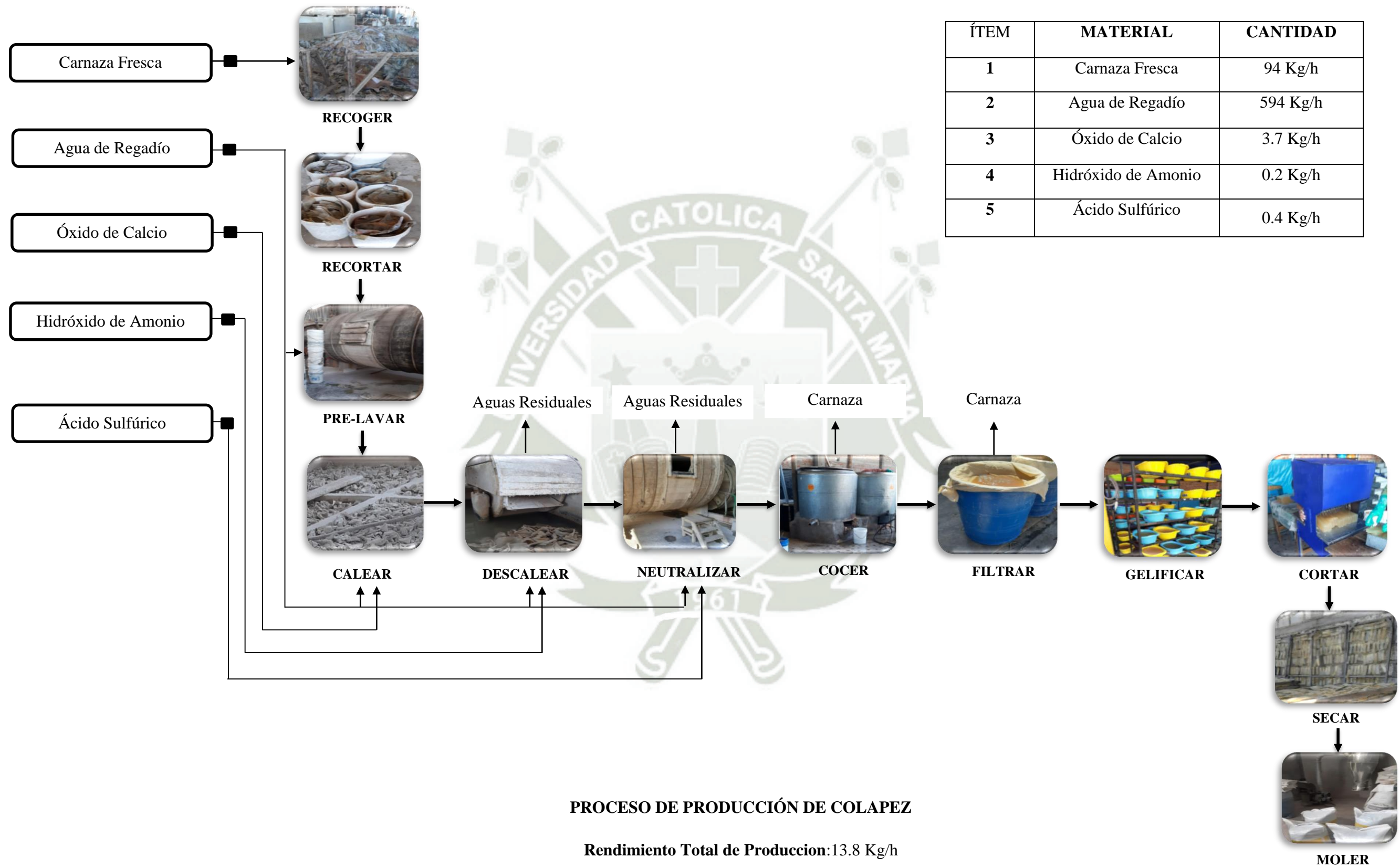
INGRESO		SALIDA	
Colapez Molido	13.8	Colapez Refinado	13.8
Total	13.8	Total	13.8

Rendimiento: 100%

INGRESO		SALIDA	
Colapez Refinado	13.8	Colapez empaquetado	13.8
Total	13.8	Total	13.8

Rendimiento: 100%

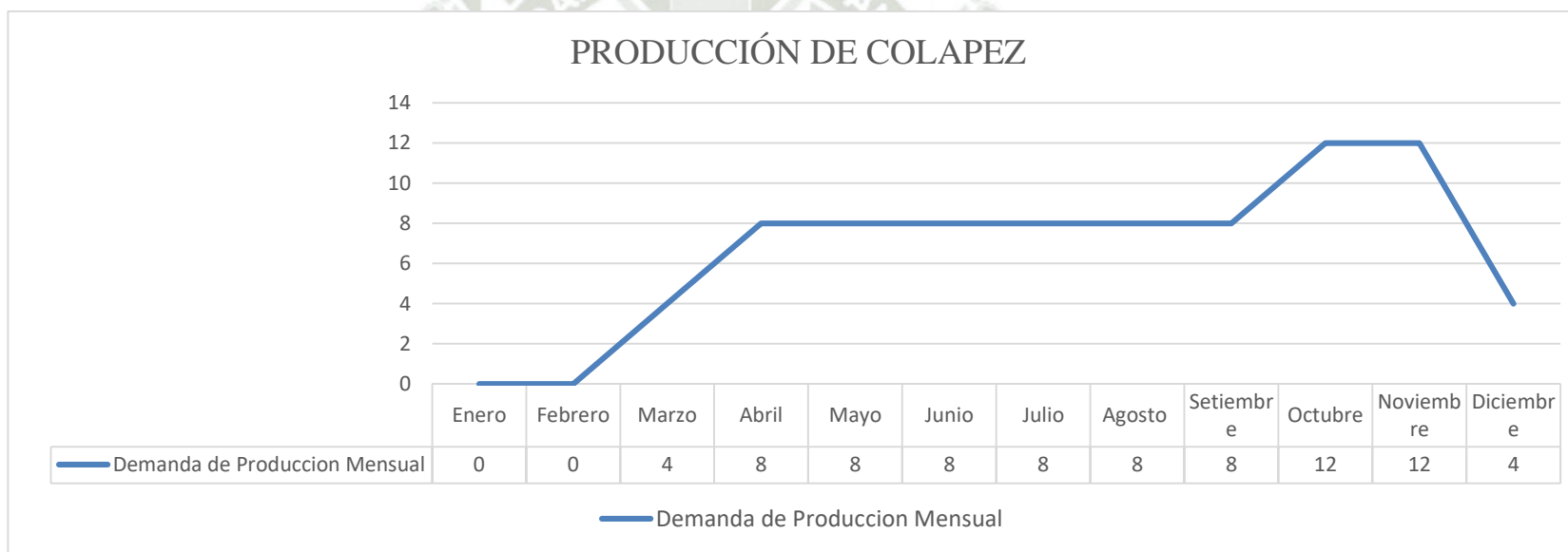
3.2.8. Esquema Horizontal



3.3. Producción Mensual de Colapez

La producción mensual de la empresa productora de colapez es irregular por factores externos debido a que se rige de factores estacionales. Esta empresa, al tener el proceso de secado dependiente de los recursos renovables sol y viento. En temporadas de verano (enero y febrero) no producen, las lluvias dañan su producto final.

Gráfico 3: Producción de colapez por mes

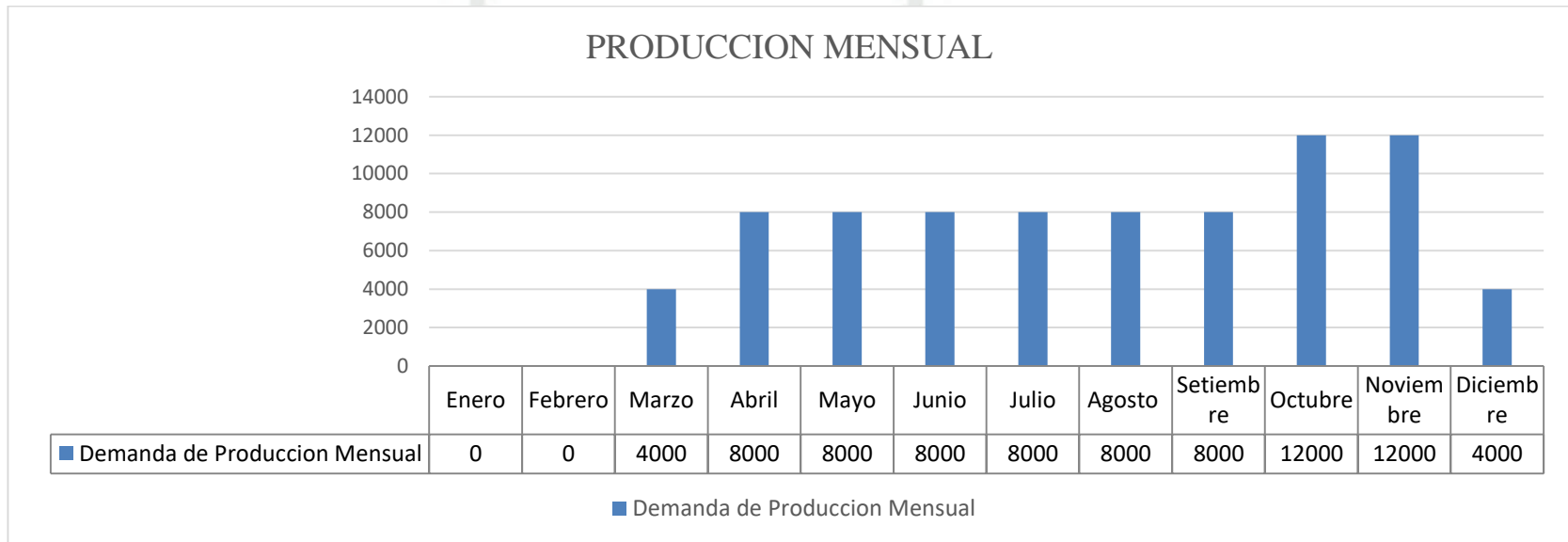


Fuente: Elaboración Propia

El **Gráfico 3** detalla las producciones por mes, siendo la máxima producción mensual de doce, tres veces por semana y la mínima de una producción por semana, cuatro por mes.

El **Gráfico 4** señala que la producción más alta es en octubre y noviembre con 12 000 Kg de carnaza requerida para poder sostener la demanda que habrá en enero y febrero.

Gráfico 4: Producción mensual en Kg



Fuente: Elaboración Propia

3.4. Sistema Actual de Gestión de Residuos

3.4.1. Sistema Actual de Gestión de Residuos Sólidos

3.4.1.1. Identificación de Generación Residuos Sólidos

El proceso de producción de colapez produce una tonelada y media de residuos sólidos por tonelada de producción del cual se lleva un control periódico; aproximadamente 1200 Kg son generadas en el proceso de cocción y 300 kg en el proceso de filtrado.

3.4.1.2. Clasificación de Residuos Sólidos

Los residuos sólidos son clasificados por contenedores de diferentes colores para su correcta distribución:

Tabla 9: Clasificación de residuos

TIPO DE CONTENEDOR	OBSERVACIÓN
<p>Contenedor Azul:</p> <p>Papel escrito, impreso y roto sin accesorios metálicos y cartón.</p> <p>Cantidad: 1 unidad</p> <p>Capacidad: 200 Kg</p>	<p>Proveniente de la documentación de la empresa.</p>
<p>Contenedor Verde:</p> <p>Vidrio</p> <p>Cantidad: 1 unidad</p> <p>Capacidad: 200 Kg</p>	<p>Para usos generales de la empresa y empleados.</p>

Contenedor Blanco: Corresponde a materiales auxiliares empleados, además de usos generales de la empresa y empleados.

Envases de los químicos empleados y bolsas plásticas

Cantidad: 1 unidad

Capacidad: 200 Kg

Contenedor Marrón: Para usos generales de la empresa y empleados.

Residuos orgánicos como residuos alimenticios o hojas secas.

Cantidad: 4 unidades

Capacidad: 1200 L

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.3. Acopio de Residuos Sólidos

El acopio de residuos sólidos es semanal y distribuidos lo más cerca al punto de generación de los desechos, estos son cubiertos con bolsas plásticas para evitar suciedad dentro de los contenedores.

La **Tabla 10** detalla el punto generador, el contenedor apropiado y la cantidad de contenedores.

Tabla 10: Contenedores por punto generado

Punto generador	Contenedor	Cantidad
Pasillo	Contenedor Azul	1
	Contenedor Verde	1
	Contenedor Blanco	1
Área de Cocción	Contenedor Marrón	4

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.4. Disposición Final

Para recolectar y trasladar los residuos generados, la empresa productora de colapez cuenta con dos operarios responsables.

El traslado de los residuos orgánicos provenientes del proceso de cocción y filtrado acopiados en contenedores marrones es semanal, de 4 500 Kg llevados en un camión al botadero municipal en la Quebrada Honda, ubicado en el distrito de Yura.

3.4.2. Sistema Actual de Gestión de Aguas Residuales

La empresa productora de colapez cuenta con un sistema inadecuado y perjudicial de gestión de aguas residuales, incumpliendo la Ley Hídrica y generando impactos negativos que afectan al ambiente.

3.4.2.1. Identificación de Aguas Residuales Generadas

Durante todo el proceso productivo se generan aguas residuales en cuatro actividades: Proceso de prelavado, proceso de caleo, proceso de descaleo y proceso de neutralizado, de las cuales no se tiene información exacta de cuánta agua residual es generada, esto se debe

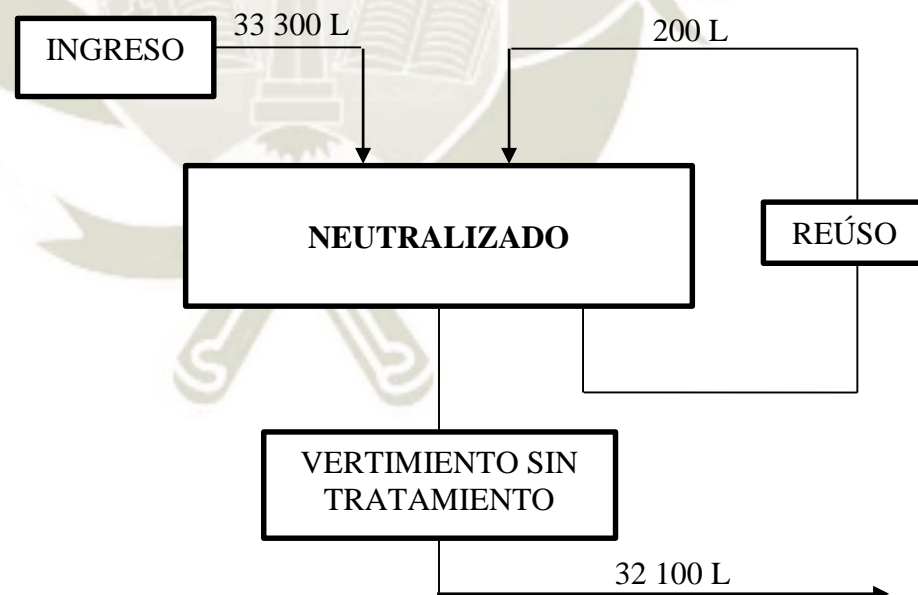
a la falta de documentación que certifique un control, mediante informes generales periódicos se tiene vagos datos.

3.4.2.2. Gestión de Aguas Residuales

A lo largo del proceso de producción de colapez, el proceso de neutralizado es el de mayor consumo hídrico y generación de aguas residuales, en consecuencia, el sistema actual de gestión de aguas residuales se orienta en este proceso.

El proceso de neutralizado consume 24000 litros más 9.3 litros por enjuagues, sumando 33 300 litros, únicamente el 0.6% se reutiliza, es decir 200 l y el resto es vertido al canal de regadío de Zamácola sin tratamiento previo, detallado en el **Gráfico 5**, siendo causante de contaminación e incumplimiento legal.

Gráfico 5: Sistema de gestión de aguas residuales - Proceso de neutralizado



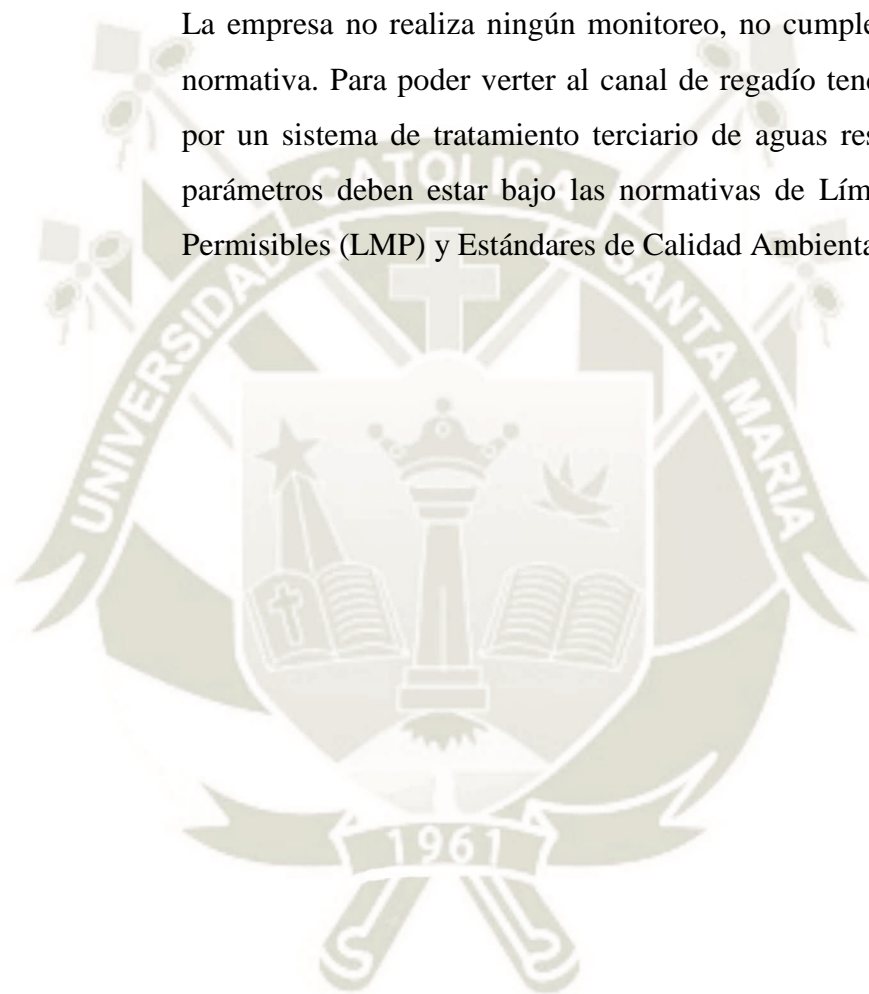
Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.3. Tratamiento de Aguas Residuales

La empresa productora de colapez no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, consume el recurso hídrico del canal de regadío y es vertido al mismo.

3.4.2.4. Monitoreo de Impactos Ambientales

La empresa no realiza ningún monitoreo, no cumple con ninguna normativa. Para poder verter al canal de regadío tendría que pasar por un sistema de tratamiento terciario de aguas residuales y sus parámetros deben estar bajo las normativas de Límites Máximos Permisibles (LMP) y Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

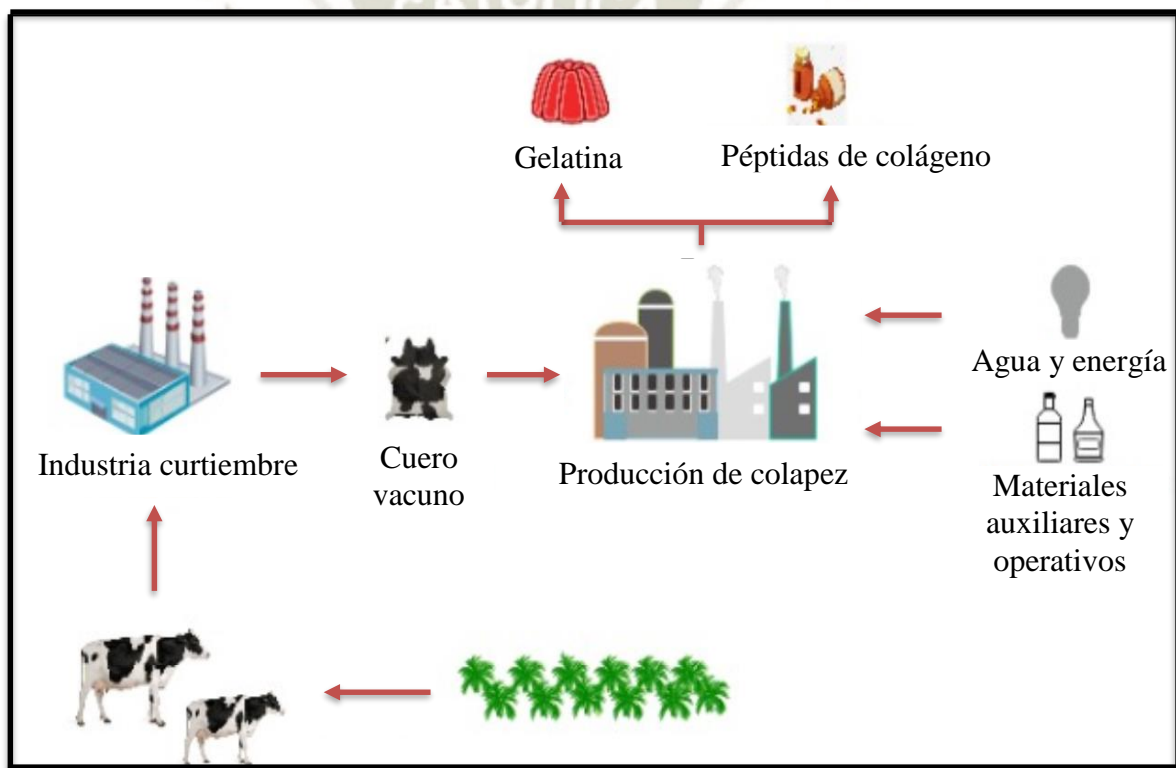


CAPITULO IV

4. Evaluación de producción según indicadores de economía circular

Este capítulo permitirá evaluar cómo se desarrollan los procesos productivos de la empresa productora de colapez según indicadores de economía circular, reflejando si la empresa integra los enfoques de Productividad, Calidad y Medio Ambiente, para finalmente identificar oportunidades de circularidad y desarrollo sostenible, así como la posible necesidad de tomar nuevas medidas.

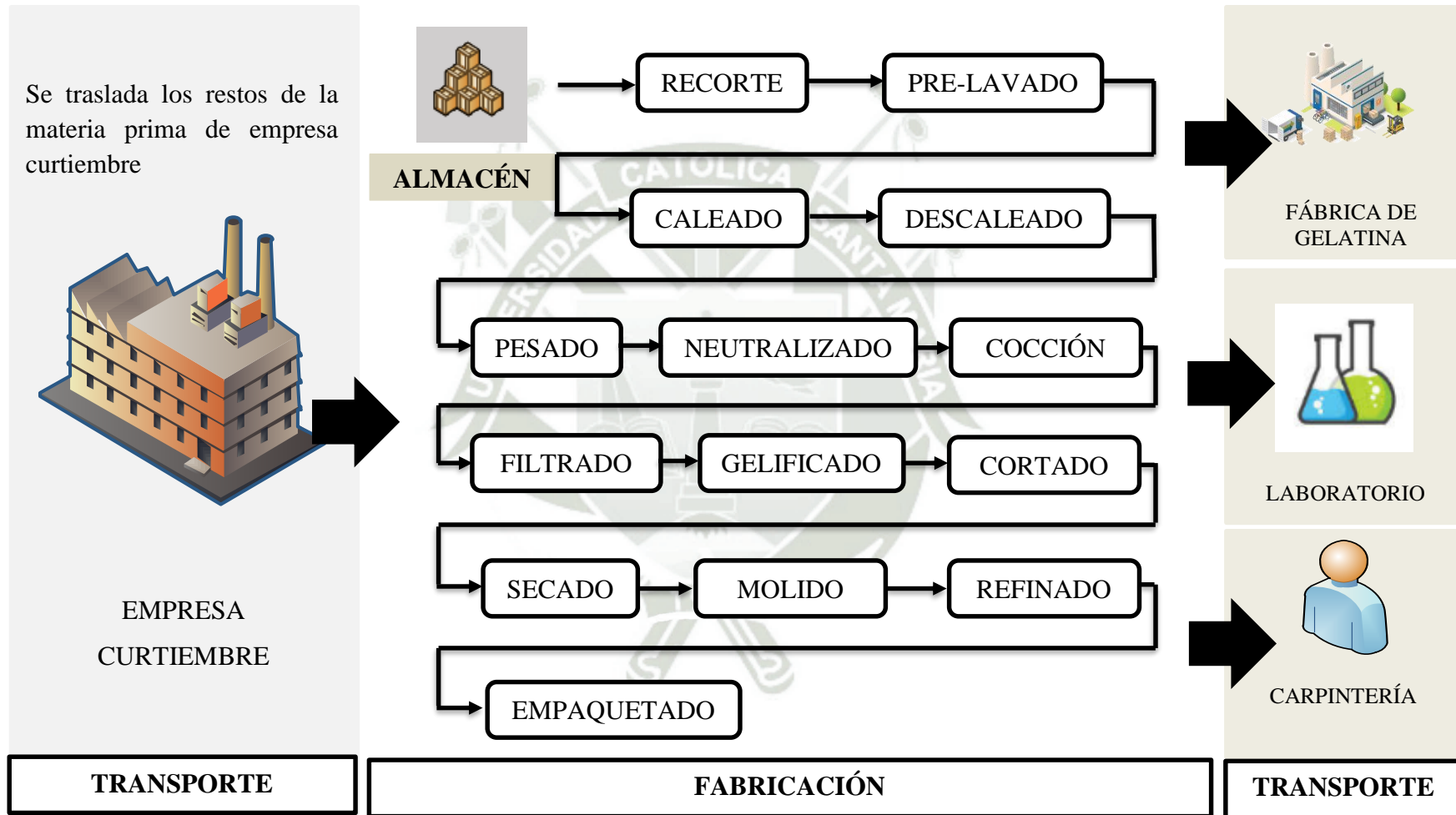
Gráfico 6: Proceso de producción actual de colapez desde la cuna a la cuna



Fuente: Gelita, 2017

El **Gráfico 6** muestra como la empresa productora de colapez dedicada a la producción de colapez, usa como materia prima los restos de carnaza del sector curtiembre y a su vez, su producto, colapez, es la materia prima para la producción de gelatina, en los laboratorios la usan para la elaboración de colágeno y finalmente en carpintería como material auxiliar del pegamento.

Gráfico 7: Operaciones a lo largo del ciclo de vida de colapez



Fuente: Elaboración Propia

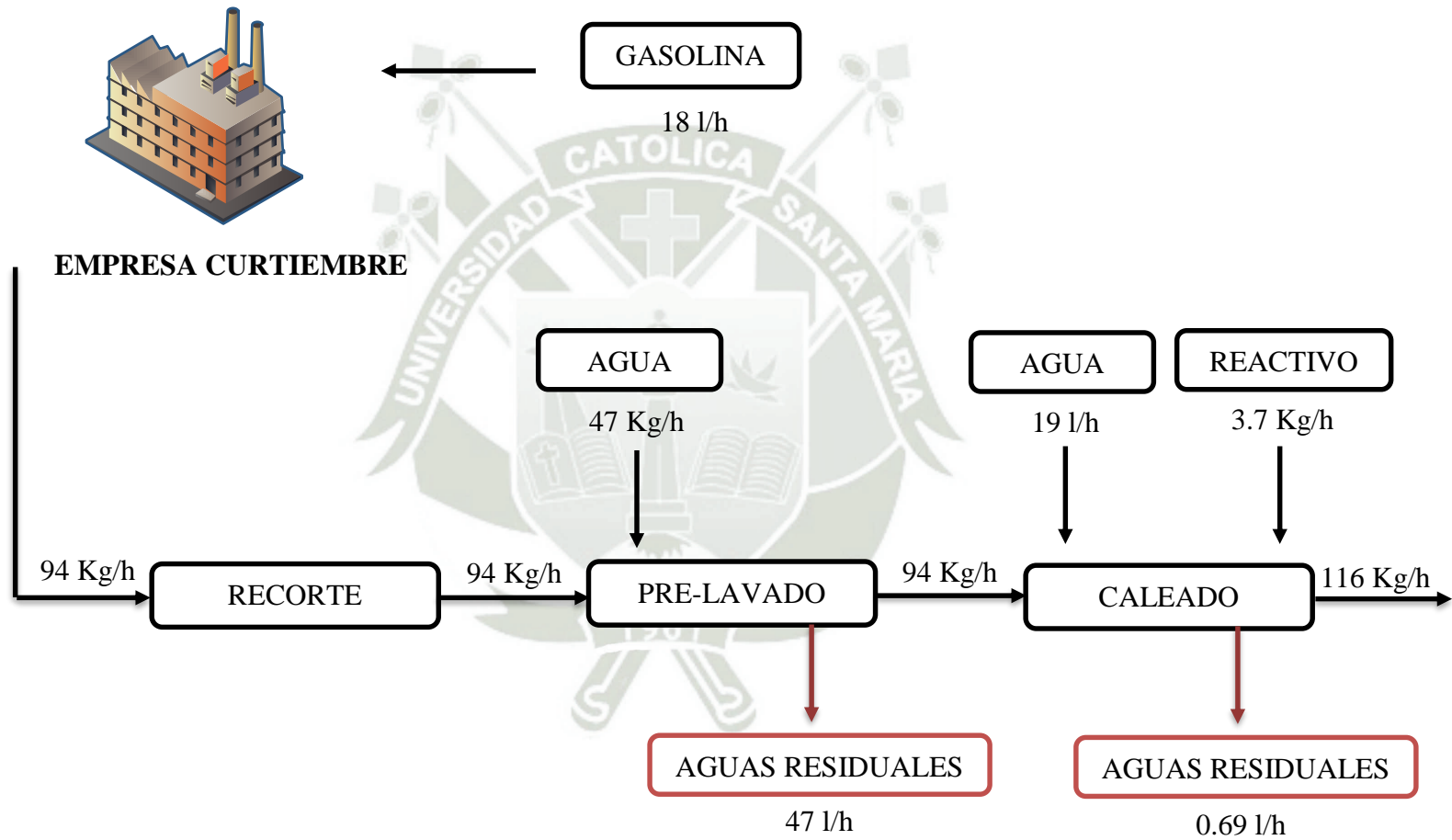
La presente evaluación de la situación actual de producción y de impacto ambiental en la empresa productora de colapez es orientada bajo la guía para el desarrollo de autodiagnóstico en economía circular en la industria navarra. (Camara de navarra, 2017) por medio de cuatro fases: Mapeo de flujo de materiales, recursos y residuos, diagnóstico de impactos ambientales, evaluación mediante indicadores de circularidad y la identificación de oportunidades de circularidad.

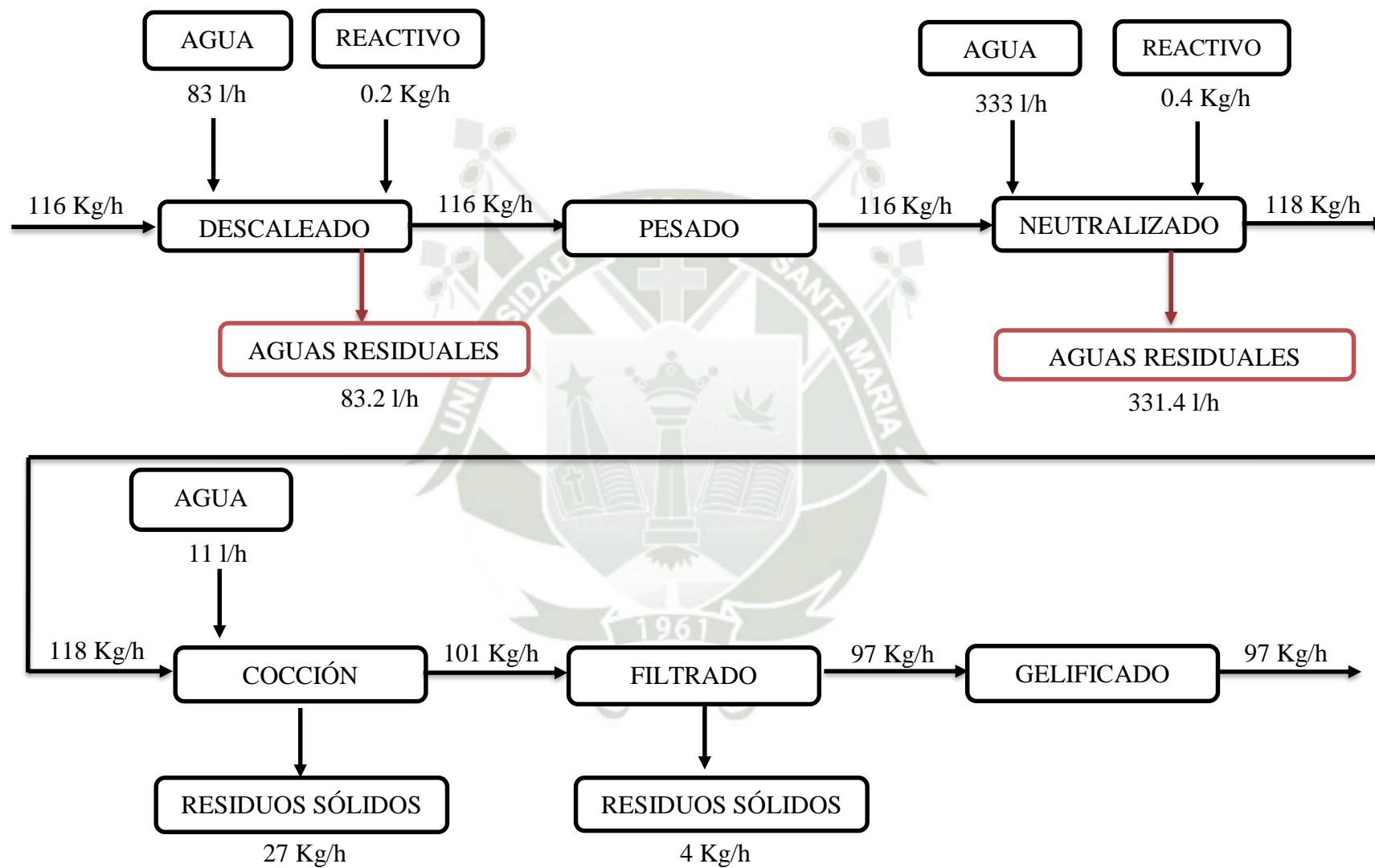
En donde no solo involucra el proceso de producción de colapez sino como muestra el **Gráfico 7**, es considerar el antes y después del proceso de fabricación. Inicialmente tenemos la operación de transporte, el producto colapez proviene de la empresa curtiembre y finaliza con la fabricación de gelatina, péptidas de colágeno en laboratorios y carpintería. Cabe destacar que, este producto no incluye: Mantenimiento ni desmantelamiento, debido a que es un bien no duradero y finaliza con su utilización y/o consumo.

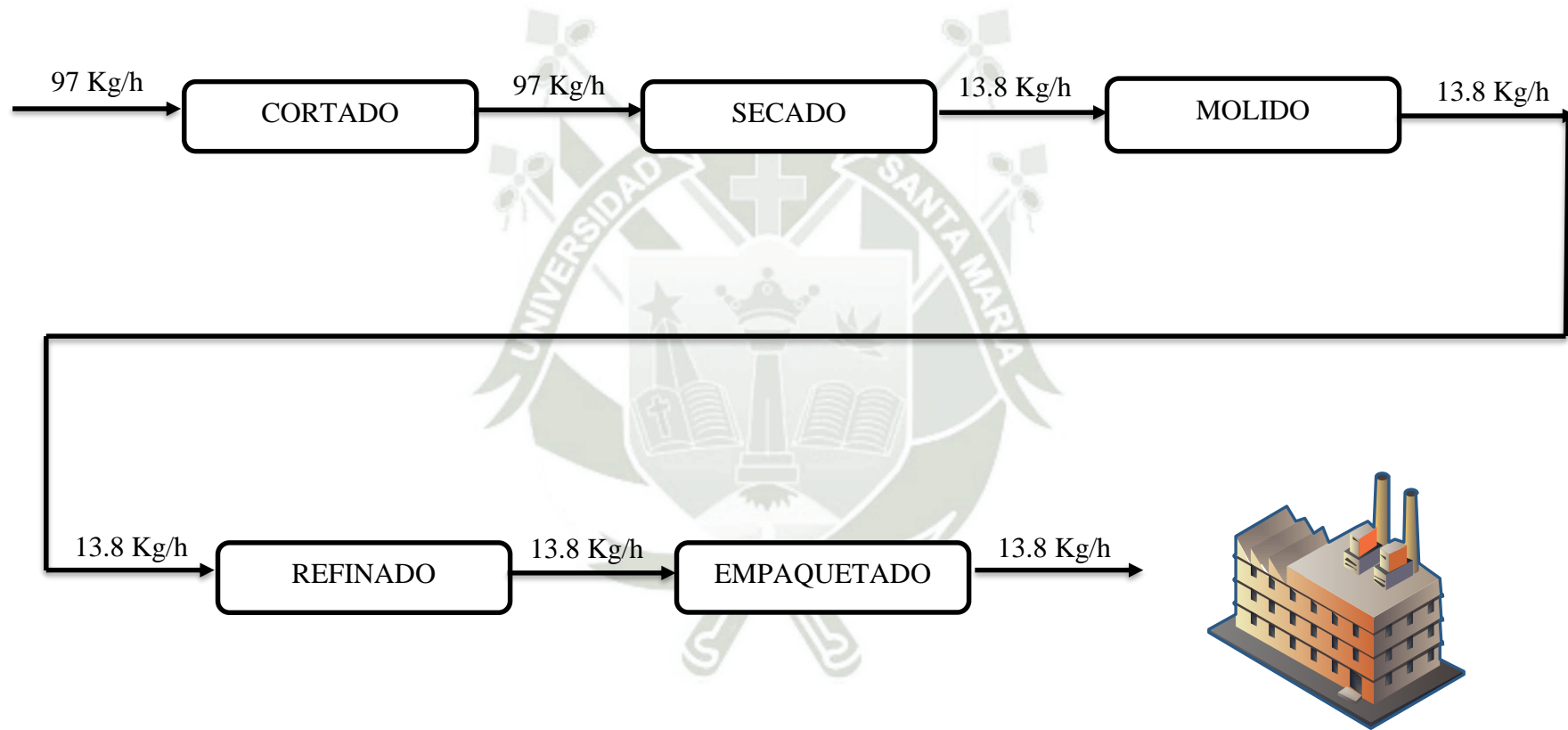
4.1. Fase I: Mapeo de Flujo de Materiales, Recursos y Residuos

En el presente cuadro de mapeo de flujo de materiales y residuos muestra las diferentes operaciones para la producción de colapez a lo largo de su ciclo de vida, incluyendo la materia prima ingresada, materiales auxiliares, recursos, energía y agua.

Gráfico 8: Balance de Materia bajo el enfoque de Economía Circular







Fuente: Elaboración Propia

El Flujo de Materiales presentado, muestra todo el proceso productivo desde la etapa de recojo de material, dando conocer que la producción de colapez es un proceso largo, donde principalmente ingresan altas cantidades de agua y refleja cifras considerables de residuos industriales por proceso.

La **Tabla 11** muestra los materiales y los costos promedios por material ingresado para una tonelada de producción.

Tabla 11: Materiales - Costo

Material	Costo por Tn
Carnaza Fresca	S/. 3400
Agua de Regadío	S/30
Ácido Sulfúrico	S/.48
Óxido de Calcio	S/.262.5
Hidróxido de Amonio	S/.15
Luz	S/.50
Gasolina	S/.20
Gas	S/. 184

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1. Materia Prima y Materiales Auxiliares

La materia prima para la producción de colapez es la carnaza fresca proveniente de la industria curtiembre, la cual ingresa con 6800 Kg para una producción de 1000 Kg.

Los materiales auxiliares son los reactivos como: Óxido de Calcio (CaO), Hidróxido de Amonio (NH_4OH) y Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) presentes en el proceso de caleo, descaleo y neutralizado.

4.1.2. Recursos: Energía y Agua

La producción de colapez requiere grandes volúmenes de agua de regadío que alcanzan 52.1 m^3 por tonelada de producción. Al finalizar el proceso, el recurso hídrico termina contaminado con los reactivos empleados, las cuales llamamos aguas residuales.

Al tener una capacidad de producción de 6800 Kg, se consume 475 KWh de energía, por el manejo de diez máquinas: Dos paleros, cinco botales, una cortadora, una moledora y una refinadora.

En el **Gráfico 9** se puede observar el consumo del recurso hídrico en m^3 y en el **Gráfico 10** la energía en KWh mensual, considerando las variaciones de producción que se producen dentro de la empresa productora de colapez.

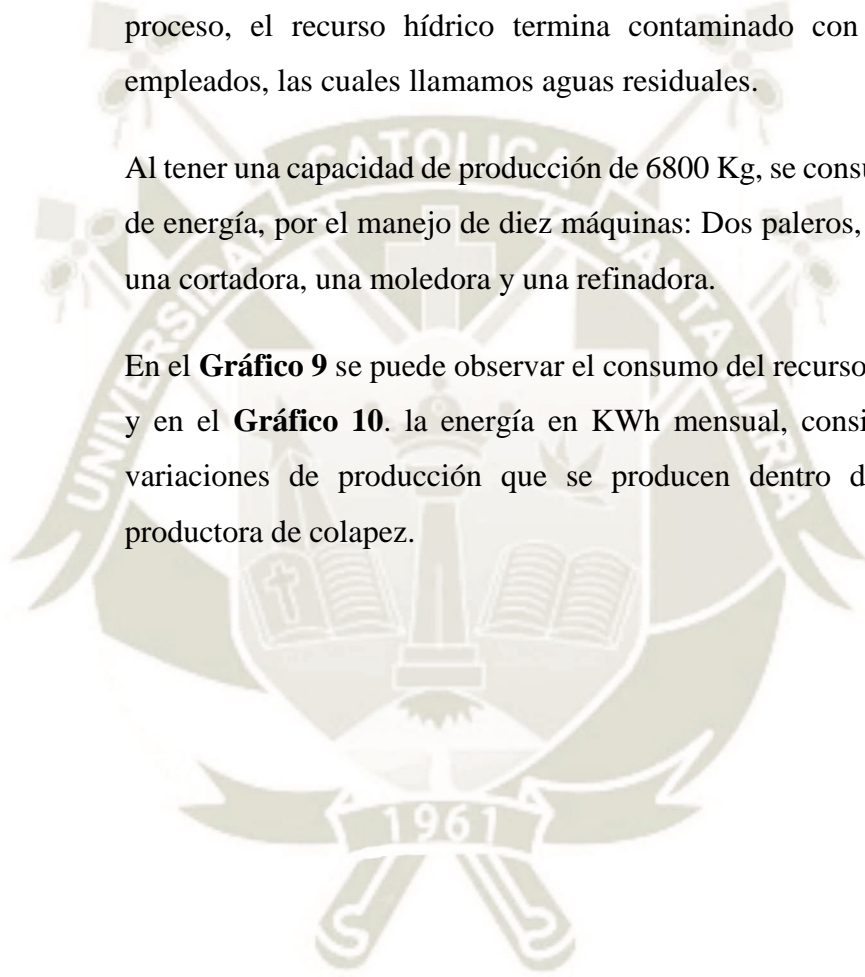
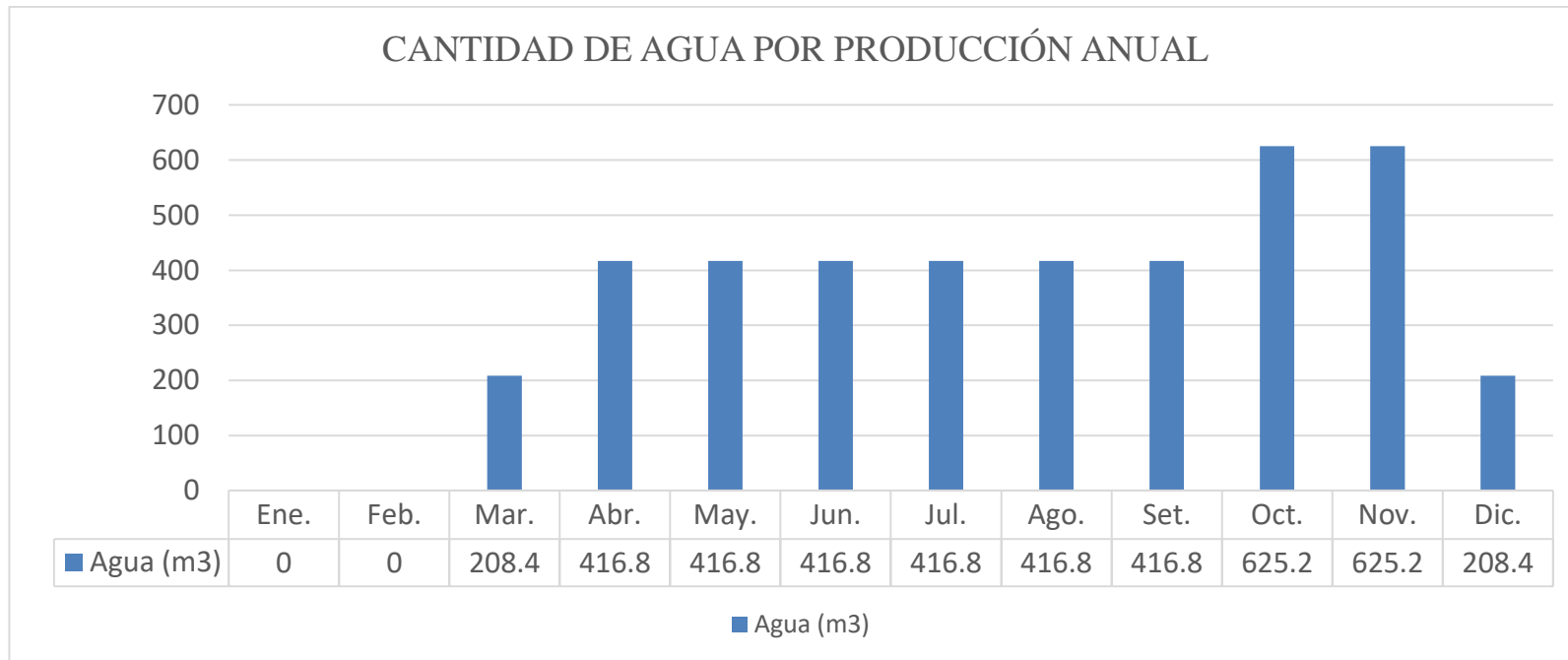


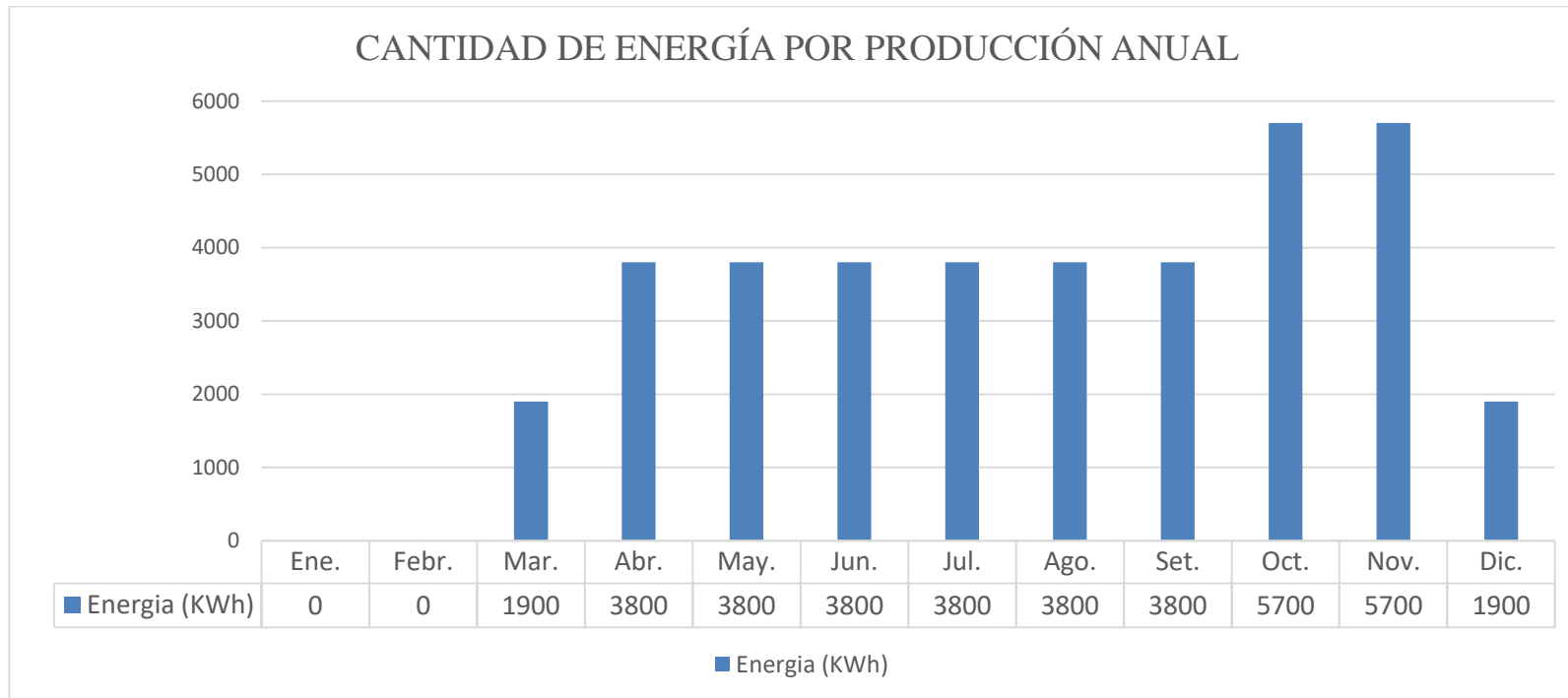
Gráfico 9: Cantidad agua por producción anual actual



Fuente: Elaboración Propia

El **Gráfico 9** muestra el consumo hídrico mensual considerando datos del **Gráfico 4** respectivo a las variaciones de producción mensual de colapez. El mayor consumo de agua es en los meses de octubre y noviembre, donde requiere 625.2 m³ y el menor consumo hídrico es en los meses de marzo y diciembre con 208 m³.

Gráfico 10: Cantidad de energía por producción anual actual



Fuente: Elaboración Propia

El **Gráfico 10** señala el consumo de energía por mes según las variaciones en producción detalladas en el **Gráfico 4**. El consumo de energía mensual varía entre 1900 KWh en marzo y diciembre y 5700 KWh en octubre y noviembre.

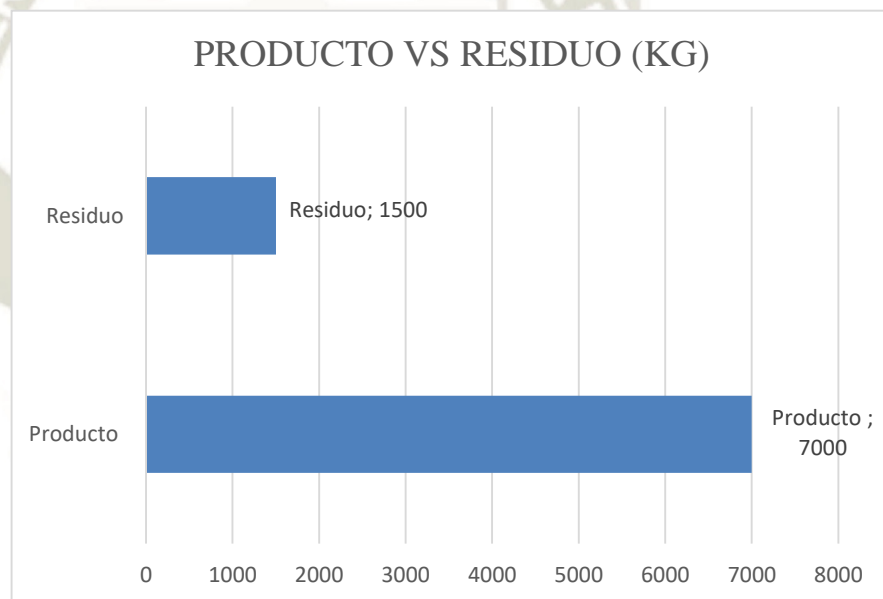
4.1.3. Efluentes Industriales

4.1.3.1. Residuos Sólidos

La empresa productora de colapez genera residuos sólidos en los procesos de cocción y filtrado, una tonelada y media por proceso de producción los cuales son desechados y desaprovechados.

Durante el proceso productivo se genera un 18% de residuos sólidos que deben ser desechados al no cumplir con los estándares de calidad para continuar con el proceso productivo, lo que produce un pasivo ambiental, y por ende costos innecesarios a la empresa además de afectar al medio ambiente.

Gráfico 11: Cantidad de producto - Cantidad de residuos



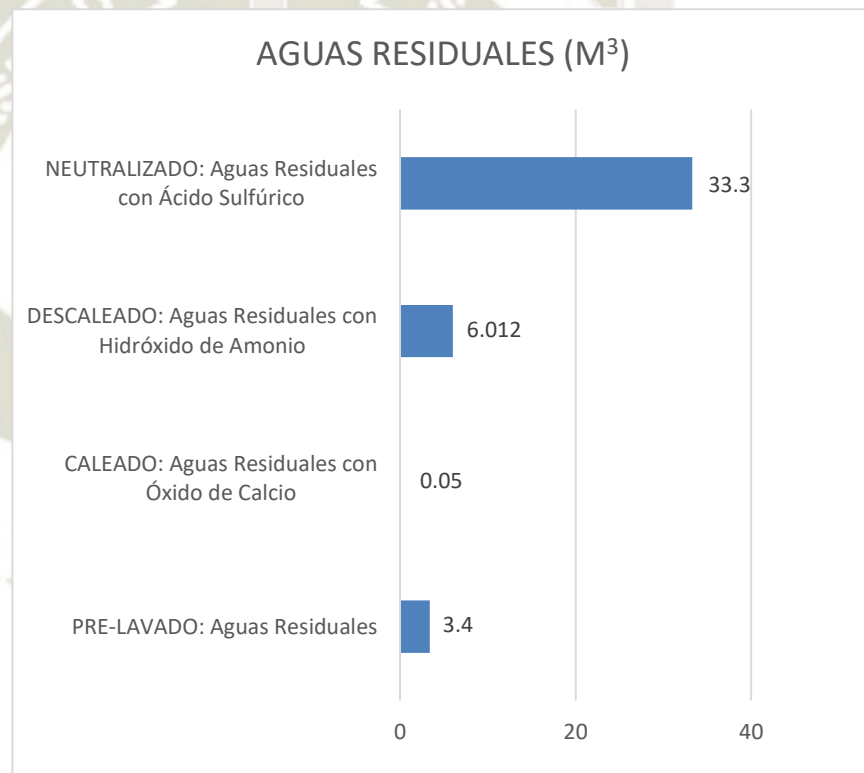
Fuente: Elaboración Propia

Cabe resaltar que, los residuos industriales alteran los medios físicos, biológicos y socios económicos, afectando al aire, suelo, agua, flora, fauna y población debido a sus efluentes peligrosos.

4.1.3.2. Aguas Residuales

Los procesos de pre-lavado, caleado, descaleado y neutralizado consumen altas cantidades de agua de regadío y producen abundante cantidad de aguas residuales, es así que el 80% de toda el agua de regadío ingresada se convierte en agua residual; la cual, el 70% contiene reactivos: Oxido de Calcio (CaO), Hidróxido de Amonio (NH₄OH) y Ácido Sulfúrico (H₂SO₄), mientras que el 30% restante es agua cuya calidad se vio afectada negativamente al ser usada previamente.

Gráfico 12: Aguas residuales para la producción de colapez



Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en el **Gráfico 12**, el proceso de neutralizado es el proceso que produce mayor cantidad de aguas residuales 33.3 m³, el 78% del agua residual total.

4.2. Fase II: Diagnóstico de Impactos Ambientales

El diagnóstico de impactos ambientales es la fase clave para proponer una oportunidad sostenible bajo el enfoque de economía circular, la cual está orientada en reducir impactos ambientales y mejorar la gestión de sus desechos industriales.



4.2.1. Diagrama de Flujo de Efluentes Industriales

4.2.1.1. Generación de efluentes industriales

El diagrama de flujo en generación de efluentes industriales permite el reconocimiento de los impactos contaminantes por proceso y la calidad de controles gestionados durante la producción.

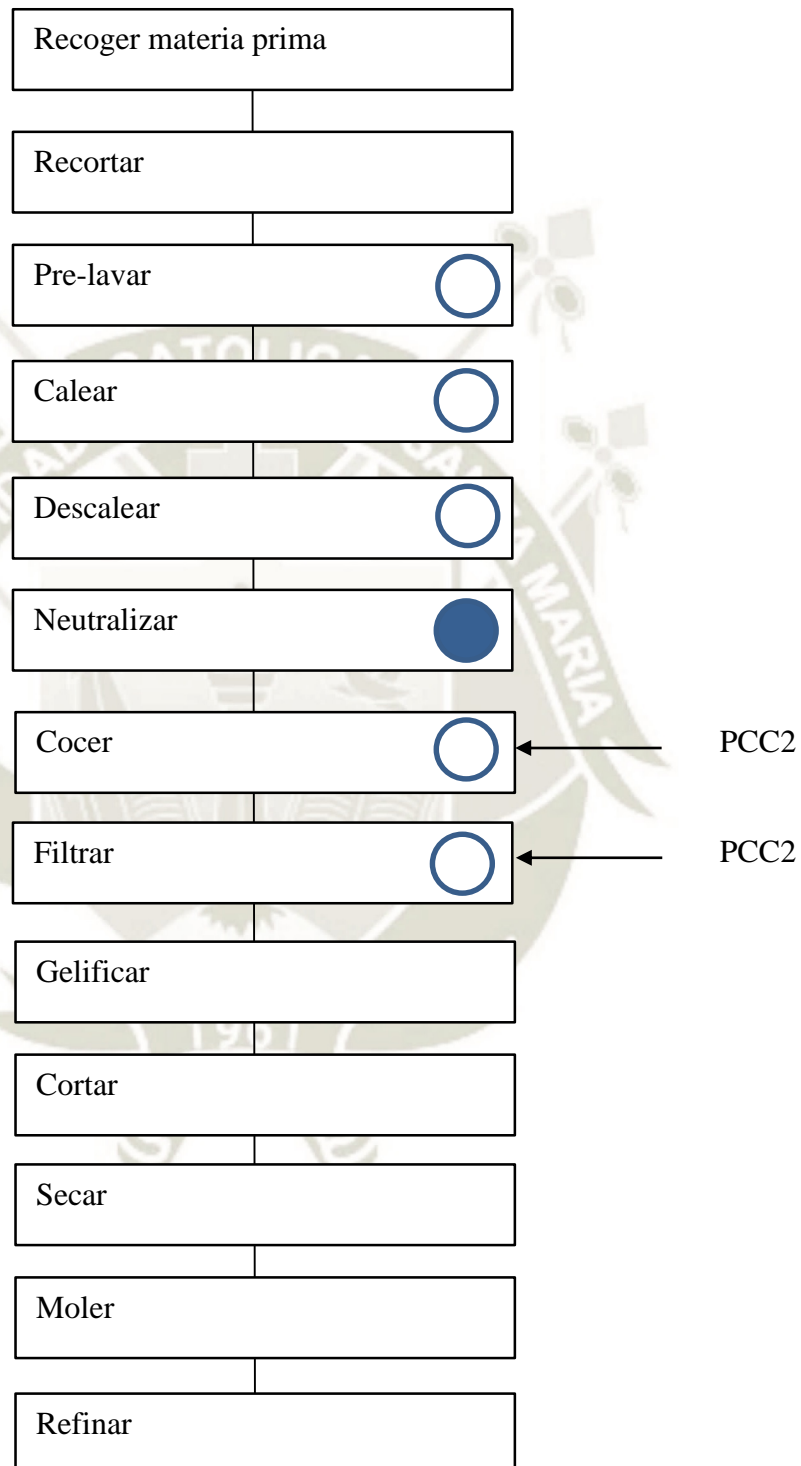
La **Tabla 12** señalará mediante los símbolos circulares azul y blanco las actividades contaminantes generadas por la empresa productora de colopez y detalladas en el **Gráfico 13**.

Tabla 12: Índice de punto contaminante

CRITERIO	SÍMBOLO
Índice de punto contaminante poco importante	
Índice de punto contaminante importante	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13: Diagrama de flujo para la generación de efluentes industriales



Fuente: Elaboración propia

El **Gráfico 13** concluye que, el proceso de neutralizado es el punto generador de contaminación más importante mientras que, los procesos de prelavado, caleado, decaleado, cocción y filtrado son puntos de contaminación poco importantes, las dos últimas actividades cuentan con un control parcialmente eficaz señalizados por los puntos de control crítico detallados en la **Tabla 13**.

Cabe destacar que, los efluentes industriales generados durante el proceso de prelavado, caleado, decaleado y neutralizado no comprenden con ningún tipo de gestión.

Tabla 13: Puntos Crítico de Control

CRITERIO	SÍMBOLO
PCC 1	Control totalmente eficaz
PCC 2	Control parcialmente eficaz

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 14** diferencia los impactos negativos generados por los desechos sólidos y desechos líquidos de la empresa productora de colapez detallados en el **Gráfico 13**.

Tabla 14: Generación de efluentes industriales contaminantes

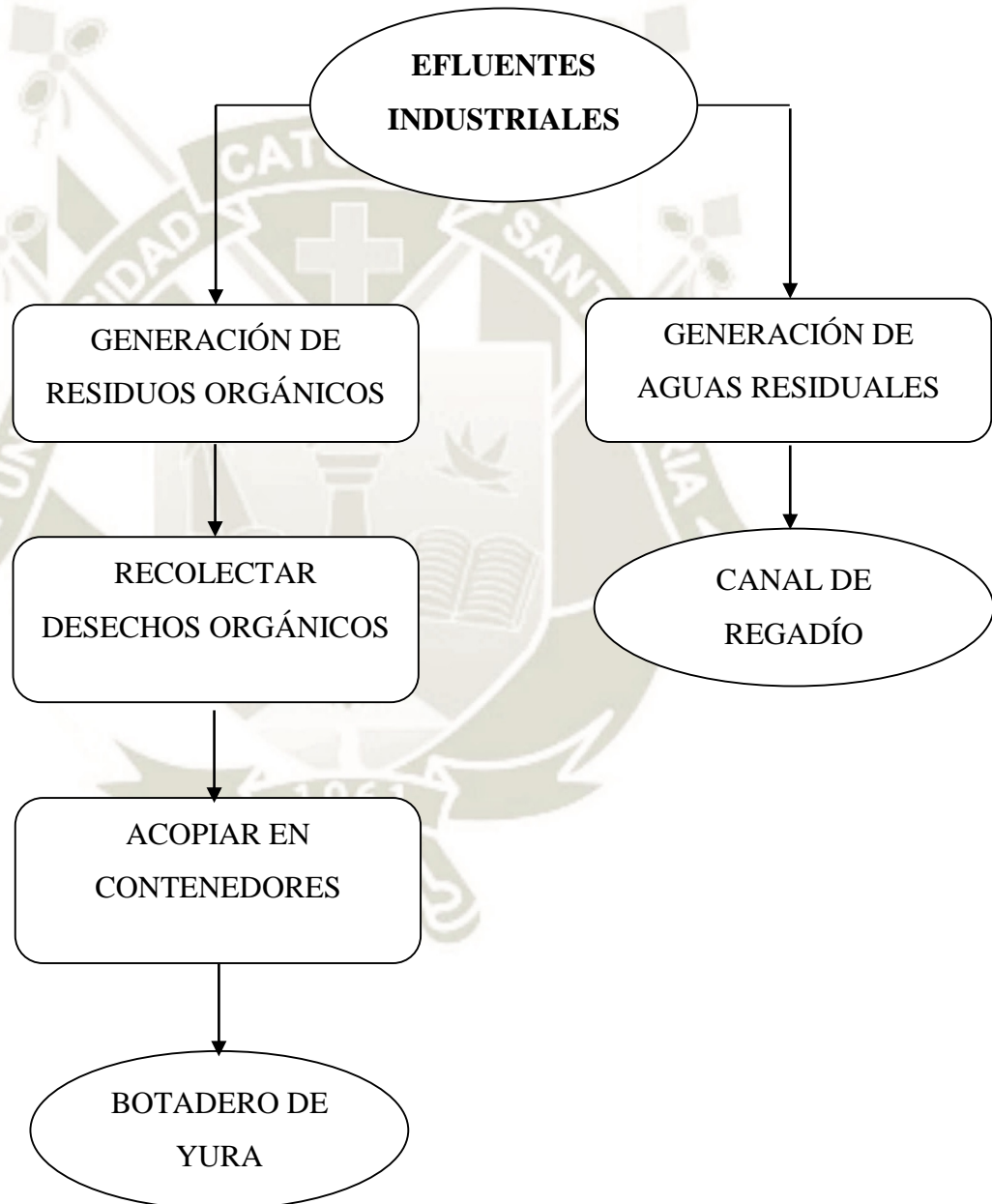
PROCESO	RESIDUOS SÓLIDOS		RESIDUOS LÍQUIDOS	
	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Recoger materia prima				
Recortar				
Pre-lavar				X
Callear				X
Descallear				X
Neutralizar			X	
Cocer		X		
Filtrar		X		
Gelificar				
Cortar				
Secar				
Moler				
Refinar				

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.2. *Gestión de efluentes industriales*

La gestión de efluentes industriales se puede esquematizar en el diagrama de flujo en gestión de aguas residuales indicado en el **Gráfico 14**.

Gráfico 14: Diagrama de flujo en gestión de aguas residuales



Fuente: Elaboración Propia

El **Gráfico 13** de Diagrama de flujo para la generación de efluentes industriales y el **Gráfico 14** de diagrama de flujo en gestión de las mismas identifican irregularidades en la gestión de las aguas residuales debido a:

- Ausencia de administración de información con respecto a las cantidades de aguas residuales generadas.
- Carencia de sistemas de tratamiento a las aguas grises.
- Deficiencia del cumplimiento de la normativa de vertimiento de desechos líquidos.
- Falta de monitoreo de la calidad del agua gris.

4.2.2. Lista de Verificación (Check List)

4.2.2.1. Criterios de evaluación

El criterio de evaluación es con respecto a los niveles de aplicación de un nuevo sistema de gestión de efluentes industriales con una escala que va de bajo a muy alto, detallado en la **Tabla 15**.

Tabla 15: Niveles de aplicación para la evaluación del diagnóstico

Nivel de Aplicación	
1	Bajo
2	Medio
3	Moderado
4	Alto
5	Muy Alto

Fuente: (Aguilar & Pumachara, 2019)

Tabla 16: Lista de verificación de evaluación inicial

NRO	PREGUNTA	POSIBLES EVIDENCIAS	NIVEL					PRECISIONES QUE SUSTENTEN EL NIVEL DE CUMPLIMIENTO
			1	2	3	4	5	
ORGANIZACIÓN								
1	¿La organización hace seguimiento y control de residuos generados?	No se tiene documentación que certifique un control de residuos generados.			3			Realizan inspecciones periódicas.
2	¿La empresa tiene un sistema de gestión de efluentes industriales?	Aguas Residuales: No cuentan con ningún tipo de información Residuos Sólidos: Cuentan con procedimientos para su clasificación y manipulación.				4		Aguas Residuales: No cuentan con procedimientos. Residuos Sólidos: Realizan informes generales periódicos.
3	¿La organización administra información por la generación impactos ambientales por recojo, transporte, producción y disposición final de colapez?	Aguas Residuales: No cuentan documentación. Los Residuos Sólidos: Cuentan con procedimientos.				4		Aguas Residuales: No cuentan con procedimientos. Residuos Sólidos: Realizan informes generales periódicos.
	TOTAL					4		

NRO	PREGUNTA	POSIBLES EVIDENCIAS	NIVEL					PRECISIONES QUE SUSTENTEN EL NIVEL DE CUMPLIMIENTO SELECCIONADO
			1	2	3	4	5	
GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS								
4	¿La organización clasifica y tiene un control de los residuos?	Cuentan con procedimientos control y contenedores para su almacenamiento.		2				Clasifican los residuos sólidos en contenedores hasta su disposición final.
5	¿Cuenta con contenedores para los residuos, visibles y ubicados estratégicamente?	Si, cuenta con seis contenedores.			3			Usan contenedores no cuentan con una localización.
6	¿Cuenta con almacenes temporales para residuos orgánicos?	No cuentan con almacenes.					5	Los contenedores se encuentran acumulados en distintas áreas, la gran mayoría en el área de cocción hasta su traslado a su disposición final.
7	¿Cuenta con cronogramas para la gestión de residuos orgánicos?	Programan cronogramas periódicamente.			3			Al acumularse 4500 kg por semana, los residuos sólidos son trasladados al botadero municipal en la Quebrada Honda.
	TOTAL				3			

NRO	PREGUNTA	POSIBLES EVIDENCIAS	NIVEL					PRECISIONES QUE SUSTENTEN EL NIVEL DE CUMPLIMIENTO SELECCIONADO
			1	2	3	4	5	
GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES								
8	¿La empresa administra información sobre cuánta agua residual produce?	No cuentan con documentos que certifiquen.					5	Al usar y verterla no cuentan con información del agua residual generada.
9	¿Al aguas residuales son tratadas?	No, son vertidas directamente al medio ambiente.					5	No cuentan con ningún tipo de tratamiento de aguas residuales.
10	¿Las aguas residuales sobrepasan parámetros de la normativa VMA al verterlas?	Sí, no cumplen con el parámetro de Potencia de Hidrógeno (PH).					5	No cumple con ningún parámetro para poder verterse, ni al canal de riego ni al sistema de alcantarillado
11	¿Realizan un monitoreo de aguas residuales para que evitar impactos ambientales?	No cuenta con procedimientos para evitar impactos ambientales.					5	Son vertidas las aguas residuales sin tratamientos, en oportunidades caen residuos sólidos a drenajes produciendo impactos ambientales.
	TOTAL						5	

Fuente: (Aguilar & Pumachara, 2019)

4.2.2.2. Resultados de la Lista de Verificación

Al evaluar a la empresa productora de colapez mediante el cuadro de evaluación de lista de verificación, **Tabla 16**, podemos concluir que:

- Organización: Su nivel de aplicación es 4, es decir alto.
- Gestión de residuos sólidos: Su nivel de aplicación es 3, es decir moderada.
- Gestión de aguas residuales: Su nivel de aplicación es 5, es decir muy alto.

Tabla 17: Resumen de evaluación inicial

Resumen de Evaluación Inicial		
1	Organización	4
2	Gestión de residuos sólidos	3
3	Gestión de aguas residuales	5

Fuente: Elaboración Propia

La **Tabla 17** muestra que el sistema actual de gestión de aguas residuales no es el adecuado.

4.3.3. Evaluación de Impactos Ambientales mediante la Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I.)

La Matriz de criterios relevantes integrados es una herramienta fundamental y concreta que identifica la medida ambiental adecuada y su carácter de urgencia durante el proceso de producción, especificando los impactos por la producción de colapez mediante criterios y escalas

de valorización detalladas en la **Tabla 4**, **Tabla 5**, **Tabla 6**, **Tabla 7** y **Tabla 8**.

La escala que se empleará para evaluar la importancia de impacto ambiental son la de Índice de Impacto para el Componente (VIA) y la Categorización del Impacto Ambiental que, se detallan en la **Tabla 18** calculada en la **Ecuación 2** y **Tabla 19** respectivamente.

Tabla 18: Escala de significancia de impactos ambientales

VIA	Significancia de Impacto
<2.0	No significativa
2.0 – 4.0	Poco significativa
4.1 - 5.9	Medianamente significativa
6.0 – 8.0	Significativa
>8.0	Muy significativa

Fuente: (Buroz, 1994)

La **Tabla 18** se refiere al índice de impacto al suelo, aire y agua, mostrando que tan alto es el impacto al componente bajo una escala entre no significativa a muy significativa.

Tabla 19: Categorización de impacto ambiental

Categoría	Probabilidad de Ocurrencia
Categoría I	Muy Alta $VIA \geq 8$. Máxima atención. Medidas preventivas para evitar su manifestación.
Categoría II	Alta $6 < VIA < 8$. Máxima atención. Medidas mitigantes o correctivas. Normalmente exigen monitoreo o seguimiento.
Categoría III	Moderada $4 < VIA < 6$. Medidas preventivas que pueden sustituirse por mitigantes, correctivas o compensatorias.
Categoría IV	Bajo o media $VIA \leq 4$. No se aplican medidas, a menos que se trate de áreas críticas o medidas muy económicas.

Fuente: (Buroz, 1994)

La **Tabla 20** detallará cada uno de estos aspectos y los resultados se reflejarán en la columna de significancia y categorización. Ambos criterios muestran mediante datos cualitativos cuán alto es el impacto a los componentes: agua, suelo y aire de actividad desarrollada por la organización.

Tabla 20: Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I)

Componentes Ambientales	IMPACTOS PREDECIBLES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN							EVALUACIÓN		
	Impactos Ambientales	Carácter	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgo	VIA	Significancia	Magnitud de Impacto Ambiental	Categorización
Aire	Generación de ruido	(-)	2	0	2	2	2	1.46	No significativa	1.2	Categoría IV
	Emisión de olores	(-)	2	0	2	2	2	1.46	No significativa	1.2	Categoría IV
	Consumo de electricidad	(-)	2	2	2	2	2	1.98	No significativa	2	Categoría IV
Suelo	Generación de residuos peligrosos	(-)	6	5	5	2	5	4.21	Medianamente significativa	5.4	Categoría III
	Generación de residuos no peligrosos	(-)	6	5	2	2	2	3.60	Poco significativa	4.8	Categoría VI
Agua	Excesivo uso de Agua	(-)	7	6	5	5	5	5.60	Medianamente significativa	6.2	Categoría III
	Vertimiento de aguas residuales	(-)	7	7	5	7	7	6.63	Significativa	6.6	Categoría II

Fuente: (Buroz, 1994)

Al evaluar a la empresa productora de colapez con respecto a criterios propios de la Matriz CRI y a escalas de valoración subjetivas por criterio podemos concluir que la gestión de aguas residuales produce impactos negativos significativos de máxima atención, por ende, se deben tomar medidas correctivas y realizar un constante monitoreo al componente ambiental del recurso hídrico.

4.3. Fase III: Indicadores de Circularidad-Sostenibilidad

4.3.1. Indicadores Económicos

Indicadores relativos que señalan los costos relacionados con el medio ambiente, es así que se toman dos indicadores: Costos de ciclo de vida y costos ambientales.

4.3.1.1. *Coste de Ciclo de Vida del Producto*

El coste de ciclo del producto inicia con la crianza de la vaca, que es considerado desde el punto de vista financiero como un activo biológico, debido a que gracias a ella se puede generar leche y carne, no obstante, tal como un activo fijo, a lo largo de los años reduce su rendimiento y su valor disminuye; en activos biológicos no se le llama depreciación sino amortización.

Para el siguiente costo de ciclo de vida se considerará desde la crianza de la vaca hasta que va al matadero.

4.4.1.1.1 Costo de Vida de la Vaca

Las etapas de: Crianza, recria 1 y recria 2 serán detalladas con los puntos de alimentación, sanidad, inseminación y personal con dos años de vida.

a. Crianza

La crianza, la primera etapa de una vaca, son los 60 primeros días donde la ganadería cubre gastos de alimentación y sanidad del animal.

La alimentación que tiene una vaca es de leche y balanceados (forrajes).

En el caso de sanidad, se tiene dos gastos hacia vaquilla parto y ternera; en el caso de la vaquilla parto la sanidad es por neumonía y diarrea neonatal mientras que el ternero, vacuna triple, neumonía y desinfección de ombligo.

b. Recría I

En esta etapa que se considera desde los dos meses hasta los seis meses, la vaca tiene gastos de alimentación de pastura, balanceado a recría y heno de alfalfa y en sanidad en brucelosis, neumonía, aftosa y desparasitaciones.

c. Recría II

La etapa de recría II se considera desde los 6 meses hasta los 24 meses en esta etapa tiene costos de alimentación, sanidad e inseminación.

La etapa de alimentación conforma pastura, silo de maíz y balanceado de recría II la de sanidad por vacuna de aftosa, vacuna reproductiva, desparasitaciones y por inseminación conforma las pajuelas y tacto por veterinario.

Se concluye que, una vaca desde su crianza hasta el matadero cuesta alrededor de S/. 13000, considerando dos años de vida.

Tabla 21: Coste de vida por una tonelada de vacas

Por una vaca	Por 181 vacas
S/. 650	S/.117 650

Fuente: Elaboración Propia

Cabe resaltar que para la producción de colapez se usa únicamente la piel de res, considerando un 5% del coste de vida de una vaca, es decir, 650 Kg por vaca, como muestra la **Tabla 21**, el coste de vida para producir una tonelada de producción es de S/. 117 650.

4.4.1.1.2. Costo de Vida del Proceso de Producción de Colapez

El costo de vida del proceso de producción de colapez se muestra en la **Tabla 11**, cabe notar que, no incluye el costo por materia prima ya que su valor real es del de costo de vida que fue calculado en la **Tabla 21**.

Siendo así que, el costo de vida para producir colapez es de S/. 118 259.5, únicamente considerando insumos por tonelada de producción.

4.3.1.2. Costes Ambientales

Los costes medio ambientales involucran operaciones que afectan la calidad ambiental. Es así que, en este proceso productivo la gestión de residuos sólidos es considerado como uno de estos costes. (Graciela Scavone, 2000)

Los costos ambientales se clasifican en: Costos de prevención ambiental, costos de detección ambiental, costos de fallas ambientales internas y externas en los que incurre la empresa para cuidar el medio ambiente. (Patiño, Suarez, Santamaria, Valero, & Diaz, 2016)

4.3.1.2.1. Costo de prevención ambiental

Son actividades que se llevan a cabo para prevenir la producción de contaminantes y/o residuos que pudieran ocasionar daños en el ambiente.

Una actividad que la empresa productora de colapez realiza, es gestionar sus residuos, es decir los residuos sólidos son diferenciados por contenedores de diferentes colores para su correcta separación y lugar de destino; es así que, como costo de prevención ambiental y gasto operacional es por el traslado de los residuos orgánicos de 4 500 Kg semanal al botadero municipal en la Quebrada Honda, ubicado en el distrito de Yura,

La **Tabla 22** y **Tabla 23** muestran los costos por prevención ambiental, como el manejo de residuos sólidos y el costo por traslado de residuos al botadero correspondiente.

Tabla 22: Costos por manejo de residuos sólidos

Contenedor	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo (S/.)
Contenedor Azul:			
Papel escrito, impreso y roto sin accesorios metálicos y cartón.	1	S/.130	S/.130
Contenedor Verde:			
Vidrio	1	S/.130	S/.130

Contenedor Blanco:

Envases de bebidas no retornables, bolsas plásticas y demás recipientes plásticos.	1	S/.130	S/.130
--	---	--------	--------

Contenedor

Marrón:

Residuos orgánicos como residuos alimenticios o hojas secas.	4	S/.1100	S/.4400
--	---	---------	---------

Fuente: Ministerio del Ambiente

La **Tabla 22** resume el costo por el manejo de residuos sólidos que es de S/. 4 790.

La **Tabla 23** muestra los costos ambientales por tonelada de producción por traslado de residuos sólidos.

Tabla 23: Costes ambientales

Material	Cantidad	Costo
Gasolina	55 l	S/.20
Personal	2 Operarios	S/.40

Fuente: Elaboración Propia

Se calcula un coste ambiental de S/. 60 por traslado a botadero municipal por tonelada de producción por 4.5 toneladas semanales.

4.3.1.2.2. Costo de detección ambiental

Son costos de las actividades que se han ejecutado para determinar si los productos, los procesos y otras actividades dentro de la empresa están en cumplimiento con los estándares apropiados.

Actualmente la empresa efectúa gastos en este punto debido a que, no realiza auditorías de actividades ambientales, no realiza inspección de productos y procesos y no miden los niveles de contaminación.

4.3.1.2.3. Costo de fallas ambientales internas

Costos para evitar que los contaminantes incurridos por actividades desempeñadas de la empresa, sean descargados al ambiente.

La empresa productora de colapez tampoco asume con el costo de fallas ambientales internas debido a que no tratan sus aguas residuales y no cumplen con los parámetros para su vertimiento al canal proveedor ni al sistema de alcantarillado.

4.3.1.2.4. Costo de fallas ambientales externas

Son aquellos costos de las actividades realizadas después de descargar los contaminantes y residuos hacia el ambiente.

Los costos de fallas ambientales externas tampoco son asumidos por la empresa, ya que su actividad finaliza vertiendo el agua residual al mismo canal de donde proviene su abastecimiento, no existe un seguimiento posterior y menos un apoyo con actividades para evitar un impacto adverso.

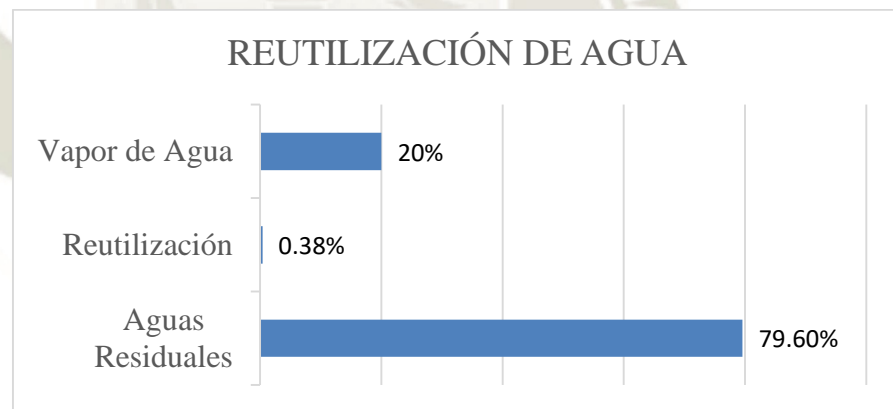
4.3.2. Indicadores de Eficiencia en el Uso de Recursos

4.3.2.1. % Reutilización de agua

Para el proceso de producción de colapez se utiliza 42.8 m³ en el proceso de producción de colapez, pero el enjuague de los botales aumenta la cifra en 9.3 m³ asumiendo 52.1 m³, como muestra el **Gráfico 15** se desemboca 41.5 m³, debido a que la carnaza absorbe el 20% de la materia, para posteriormente convertirse en vapor de agua por el proceso de deshidratado.

En el proceso de neutralizado se reutiliza el 0.6% del agua ingresada en la misma actividad para emplearse en la limpieza de botales como la muestra el **Gráfico 5**, es la única actividad que reutiliza el agua utilizada.

Gráfico 15: Reutilización de agua



Fuente: Elaboración Propia

Del **Gráfico 15** se puede concluir que, actualmente, el porcentaje de reutilización de agua es despreciable, un 0.4 % del total de agua consumida.

4.3.2.2. Consumo de Energía (KWh)

El consumo de energía en el proceso de producción de colapez que en muestra en la **Tabla 24**, se da en seis procesos productivos debido a la maquinaria empleada.

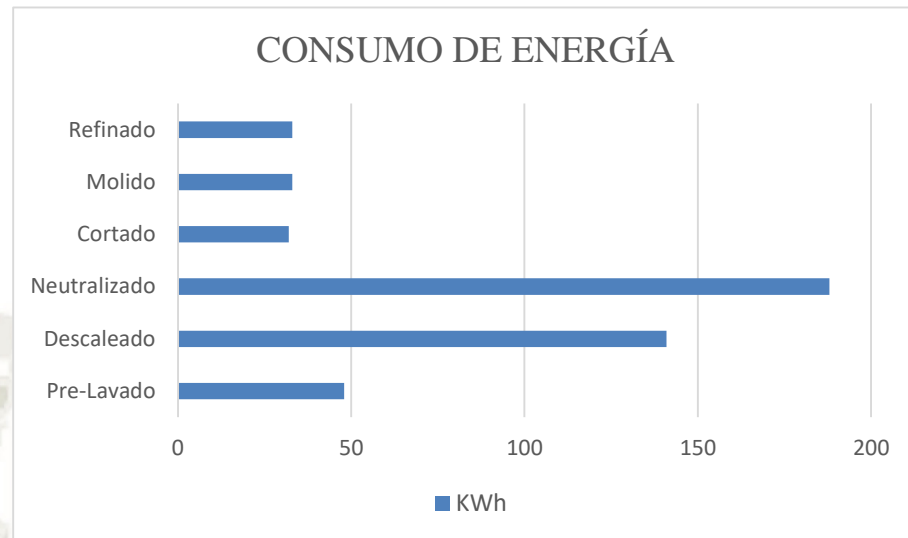
Tabla 24: Consumo de energía por proceso productivo

PROCESO	CONSUMO DE ENERGÍA	MAQUINARIA
Pre-Lavado	48 KWh	Un botal.
Descalcado	141 KWh	Dos paleros.
Neutralizado	188 KWh	Cuatro paleros.
Cortado	32 KWh	Una cortadora.
Molido	33 KWh	Una moledora.
Refinado	33 KWh	Una refinadora.

Fuente: Elaboración Propia

El **Gráfico 16** muestra mediante un diagrama de barras el proceso con mayor consumo de energía eléctrica.

Gráfico 16: Consumo de energía por proceso



Fuente: Elaboración Propia

En el presente gráfico se detalla la energía consumida por todo el proceso productiva, 475 KWh de energía, en donde el proceso que consume mayor energía es el de neutralizado.

4.3.3. Coste Ambiental

4.3.3.1. Consumo Hídrico

El consumo hídrico es un indicador que muestra el total de agua utilizada para producir el producto final que en este caso es colapez.

La producción de colapez involucra altos volúmenes de consumo de agua verde, los datos que se mostraran a continuación son por tonelada de producción

Los procesos iniciales para la producción de colapez no requieren de agua hasta el proceso de Pre- Lavado

Pre lavado

Este proceso requiere de 3.4 m³ agua de regadío para una limpieza de la carnaza que ingreso.

Tabla 25: Consumo hídrico de pre-lavado

PRODUCTO	CANTIDAD
Agua de Regadío	3.4 m ³

Fuente: Elaboración Propia

Caleado

En este proceso al usar el reactivo, ingresa agua verde de 1.4 m³ no obstante, en su salida se tiene aguas residuales.

Tabla 26: Consumo hídrico de caleado

PRODUCTO	CANTIDAD
Agua de Regadío	1.4 m ³

Fuente: Elaboración Propia

Descalado

En este proceso al usar el reactivo, ingresa agua verde de 6 m³ no obstante, en su salida se tiene aguas residuales.

Tabla 27: Consumo hídrico de descalado

PRODUCTO	CANTIDAD
Agua de Regadío	6 m ³

Fuente: Elaboración Propia

Neutralizado

En este proceso al usar un reactivo, ingresa agua verde de 24 m³ más el agua de riego empleada en los enjuagues necesarios por cada botella, asumiendo 33 m³ totales en todo el proceso productivo de colapez, cabe resaltar que, en su salida se tiene la misma cantidad de aguas residuales.

Tabla 28: Consumo hídrico de neutralizado

PRODUCTO	CANTIDAD
Agua de Regadío	33.3 m ³

Fuente: Elaboración Propia

Cocción

En este proceso encargado de cocer la materia prima para convertirla en líquida, ingresa agua verde de 8 m³, no obstante, en su salida se tiene residuos sólidos.

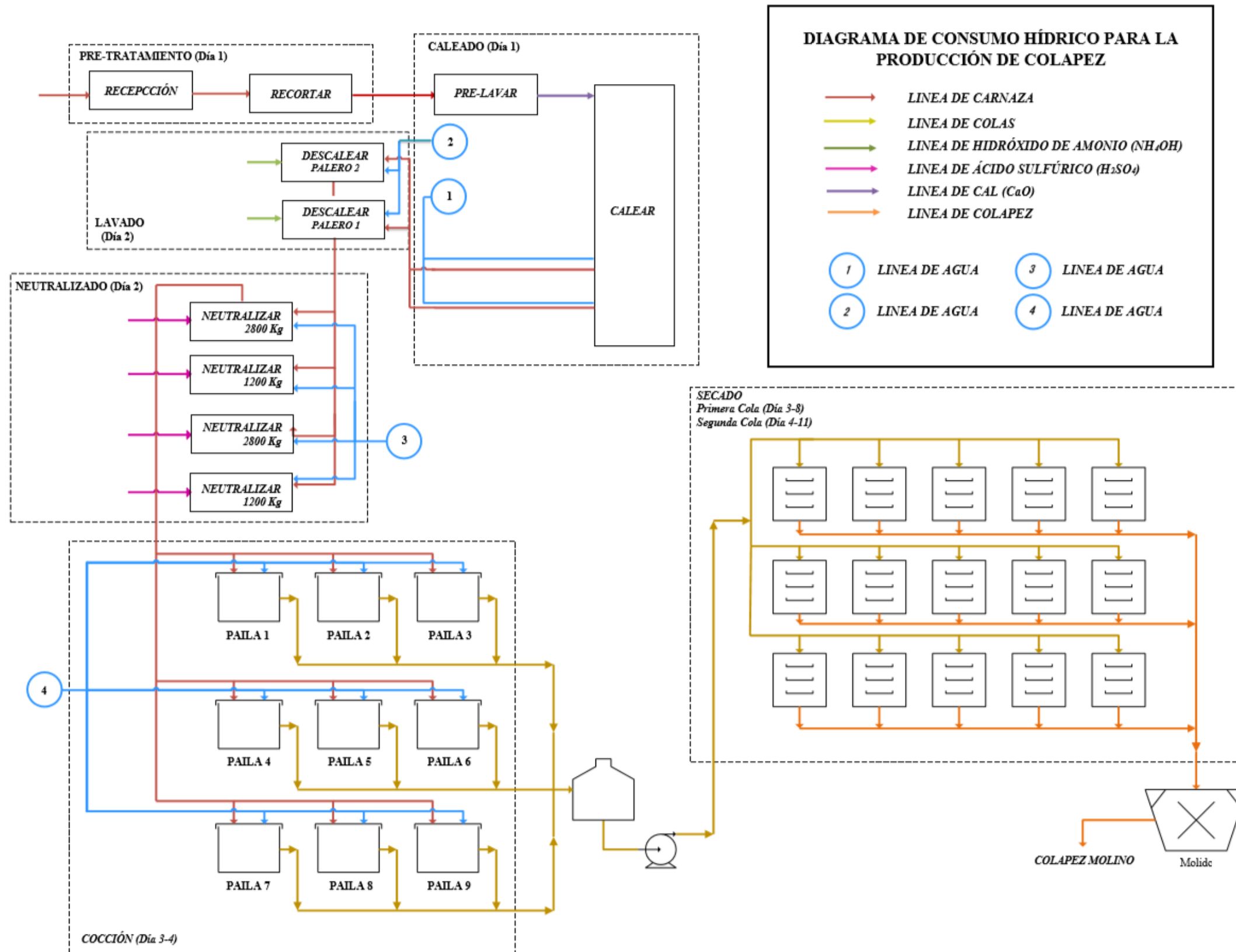
Tabla 29: Consumo hídrico de cocción

PRODUCTO	CANTIDAD
Agua de Regadío	8 m ³

Fuente: Elaboración Propia

El proceso de producción de colapez cuenta con 4 líneas de agua detalladas en el **Gráfico 17**, conceptualizando en un diagrama de consumo hídrico, los procesos que requieren de agua.

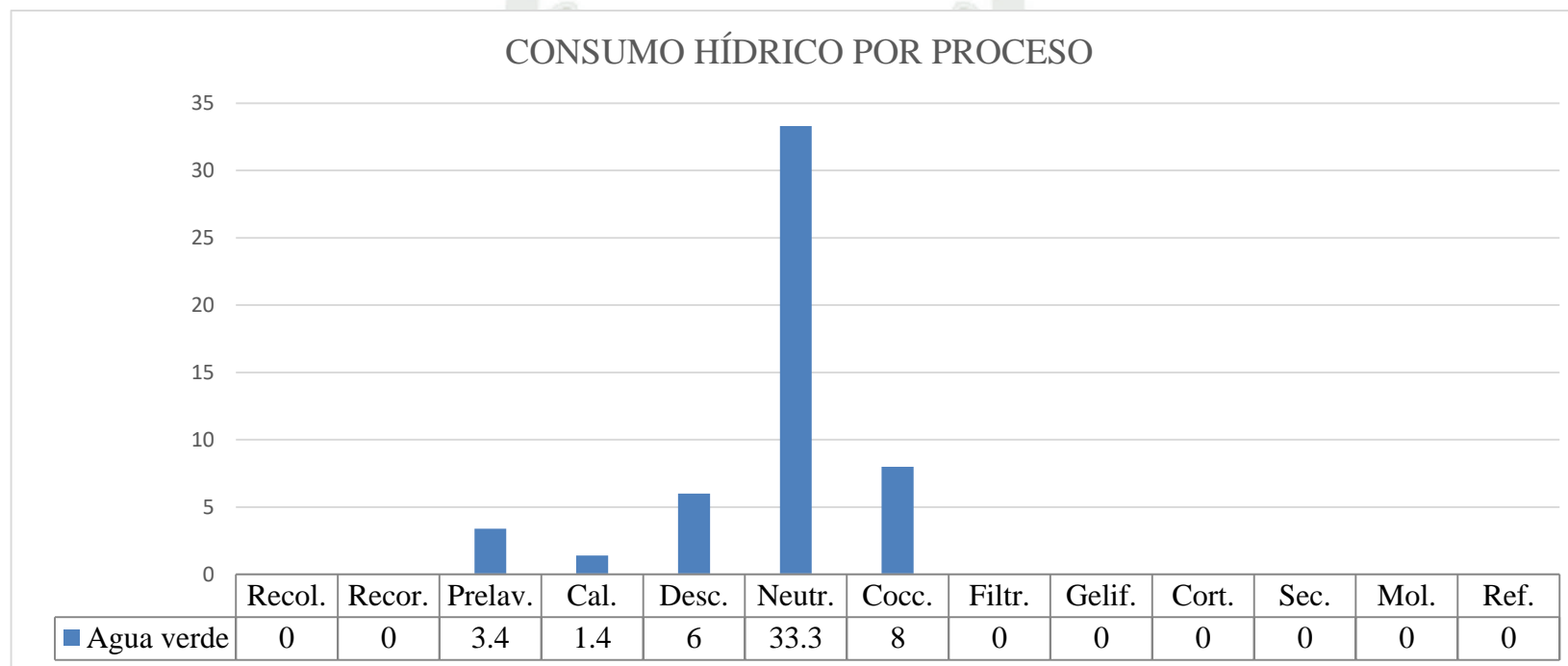
Gráfico 17: Diagrama de consumo hídrico



Fuente: Elaboración Propia

Los siguientes procesos no ingresa agua, por el contrario, se deshidrata para su comercialización.

Gráfico 18: Consumo hídrico por procesos



Fuente: Elaboración Propia

Como muestra el **Gráfico 18**, el proceso con mayor consumo hídrico es de neutralizado, ya que se realizan 5 limpiezas para alcanzar la Potencia de Hidrógeno (PH) neutra, aguanado y desaguando botales, el 56% del recurso hídrico se requiere en dicho proceso. El consumo hídrico total es de 52.1 m³/ ton de producción.

4.4. Fase IV: Identificación de Oportunidades de Circularidad

Según los diagnósticos previamente señalados, se identifica dos oportunidades sostenibles.

Como observamos en el **Gráfico 19** de la producción de colapez se puede aprovechar los efluentes industriales, tal es así que, las aguas residuales generadas por dicha producción pueden reingresar al proceso productivo tras un tratamiento que elimine los contaminantes, promoviendo su reutilización es decir implementar un sistema de gestión de aguas residuales.

Por otro lado, la gestión de residuos sólidos, aparte de estar en el mercado de la producción de gelatina y venta a laboratorios y carpinteros, también se puede producir fertilizantes y proteínas y minerales para mascotas, ya que colapez es un componente principal para este rubro.

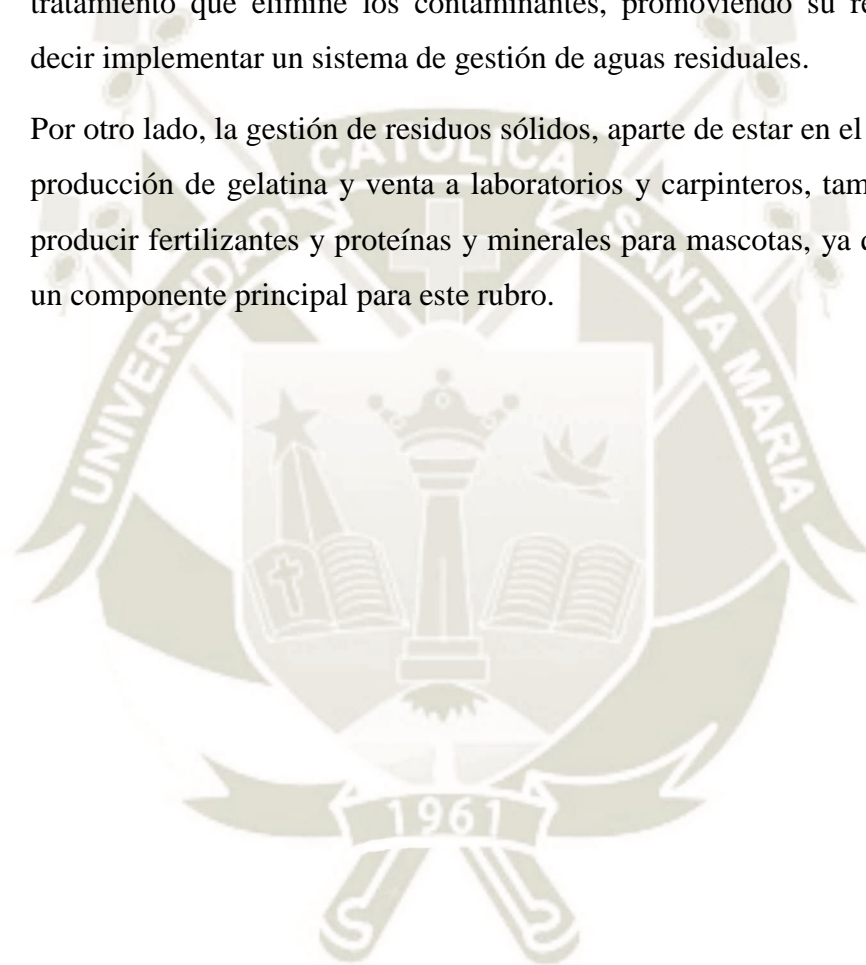
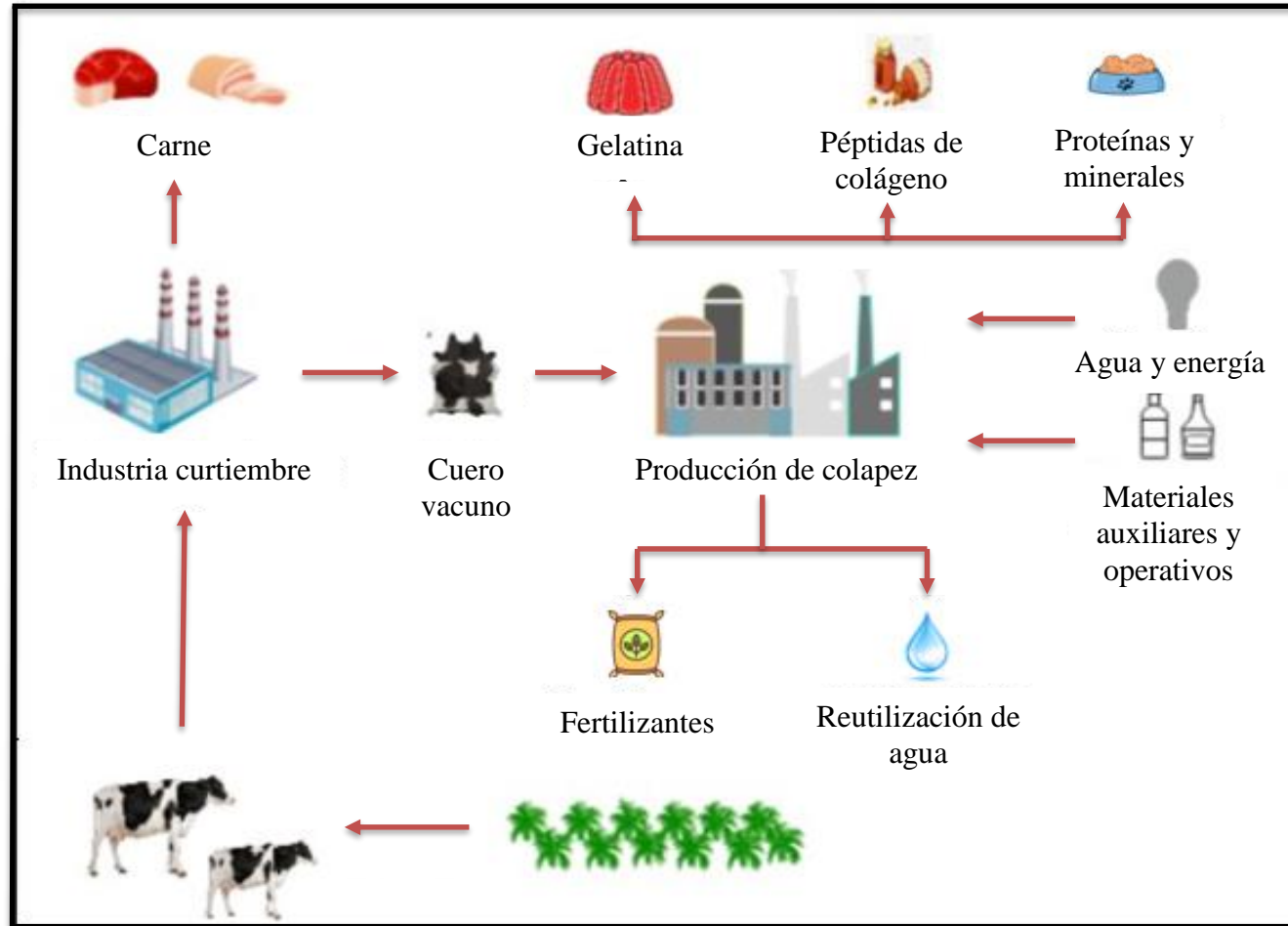


Gráfico 19: Identificación de oportunidades de circularidad



Fuente: Gelita, 2017

En los siguientes puntos se detallan ambas oportunidades de circularidad:

4.4.1. Implementar un Sistema de Gestión de Aguas Residuales

El presente proyecto propone la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales como principal sistema de gestión de aguas residuales considerando que, el proceso de producción de colapez es un proceso que consume altas cantidades de agua verde proveniente del canal de Zamácola, como muestra el **Gráfico 12**, el 80% del agua utilizada para la producción, es agua residual con distintos químicos.

De catorce actividades requeridas para dicha producción, el proceso de neutralizado es el más contaminante; la razón es por las cinco a más lavadas que exige esta actividad y alrededor de 33.3 m³ de agua de regadío para alcanzar una Potencia de Hidrógeno (PH) neutra.

El Gráfico 12 señala que, el 78% de las aguas residuales provienen de dicho proceso y está afectado por el reactivo químico: Ácido Sulfúrico (H₂SO₄), a pesar que el mayor uso es de este reactivo, la Potencia de Hidrógeno (PH) del efluente industrial es moderadamente alcalino por el uso de Óxido de Calcio (CaO).

La presente evaluación realizada bajo el enfoque de economía circular señala que, el sistema de gestión actual de aguas residuales es inadecuada detallada en la Tabla 13 y generando impactos negativos ambientales como muestra la Tabla 17, dando como resultado de la evaluación de impactos ambientales la toma de una medida correctiva de máxima atención, es por esta razón que, se propone implementar una planta de tratamiento a raíz del desaprovechamiento de esta agua, una oportunidad sostenible basada en reingresar parte del “agua desperdiciada” al mismo proceso productivo.

4.4.2. Ser proveedor de proteínas y minerales para mascotas

Una segunda oportunidad de circularidad que se plantea, es la venta de proteínas y minerales para mascotas, la razón de esta propuesta es que, los considerados residuos sólidos de la producción de colapez son el componente principal de producción de alimentos para animales, únicamente es necesario añadirle químicos como preservantes y saborizantes para ser apto al consumo animal.

Como se puede observar en la **Gráfica 11**, para la producción de colapez, un 18% es residuo lo que equivale a una tonelada y media por producción, procedente del proceso de cocción que puede ser producido o vendido al sector alimenticio de animales; se recomienda venderla debido a que no es suficiente una tonelada y media de residuos orgánicos para incursionar en este nuevo sector.

La producción lineal que se tenía para los residuos sólidos cambiaría con esta propuesta, a pesar de que no se aconseja invertir en un nuevo rubro por falta de materia prima, se considera una oportunidad sostenible ya que, en vez de existir gastos por su gestión de residuos, habrá ganancias por proveer este recurso.

Para resumir, las dos oportunidades previamente mencionadas, son económicamente rentables, reducen el impacto ambiental y optimizan procesos, anteriormente se tenía un modelo económico lineal, donde las aguas residuales eran vertidas de manera imprudente al medio ambiente y los residuos eran desechados en vez de aprovechados, estas oportunidades sostenibles impulsarán a la empresa a valorar recursos y residuos, implementando la economía circular.

Actualmente la segunda oportunidad no es una opción para la empresa productora de colapez, a razón nace por la reducida generación de residuos orgánicos, no abastecen para una producción de tal magnitud.

CAPITULO V

5. Propuesta de mejora en gestión de aguas residuales

El desechar efluentes industriales, es una problemática que radica por muchos años, procesos de producción como es el de colapez es uno de los más contaminantes, la razón es por las grandes cantidades de agua verde que requiere. Al ser descargados los altos volúmenes de agua contaminada al ambiente con elevadas concentraciones de químicos, pueden producir impactos ambientales irremediables.

La propuesta de mejora plantea implementar una planta de tratamiento de aguas residuales que elimine todo aquel contaminante presente en las aguas grises con la finalidad de:

- Reducir los impactos ambientales.
- Reutilizar el recurso hídrico.
- Disminuir el consumo hídrico.

Asimismo, se establecerá un cronograma de actividades y las relaciones de precedencia esquematizado en el diagrama de Gantt para finalmente estimar costos del proyecto y la rentabilidad del mismo.

5.1. Criterios para Diseño de Planta de Tratamiento

Los criterios para el desarrollo del presente proyecto son la identificación de la fuente de agua y la evaluación de la caracterización de aguas residuales generadas por la empresa productora de colapez para evaluar qué tipo de tratamiento es el adecuado para implementar.

5.1.1. Fuente de Agua

El abastecimiento de agua para el proceso productivo de producción de colapez es del canal de regadío de Zamácola. La industria Productora de colapez cuenta con una licencia de uso de agua de regadío otorgada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

5.1.2. Caracterización de Agua

5.1.2.1. Caracterización de Agua del canal de Zamácola

El recurso hídrico que ingresa a la empresa productora de colapez es procedente del canal de Zamácola. La **Tabla 30** señala el estado del agua con respecto a contaminantes de dicho canal.

Tabla 30: Caracterización de agua del canal de regadío

Parámetros	Resultados	ECA
Potencial de Hidrógeno (PH)	6.5 unid/ph	6.5-8.5 unid/ph
Aceites y Grasas	3.2 mg/L	1 mg/L
Cromo hexavalente	0.002 mg/L	0.1 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	70 mg/L	15 mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	126 mg/L	40 mg/L
Nitrógeno amoniacal	0.007 mg/L	0.06 mg/L
Sólidos Totales en Suspensión (SST)	16 mg/L	<25 mg/L
Sulfuros	0.001 mg/L	0.05 mg/L

Cromo Total	0.002 mg/L	0.1 mg/L
Temperatura	17°C	35°C

Fuente: Laboratorio de ensayo acreditado por INACAL, SGS, CORPLAB. (Lazo, 2017) y (Ministerio del Ambiente, 2008).

A consecuencia del vertimiento informal de las aguas residuales, la caracterización de agua de regadío ingresada al proceso productivo de colapez procedente del canal de Zamácola muestra que no todos los parámetros cumplen la normativa de los estándares de calidad ambiental para riego.

5.1.2.2. Caracterización de Agua Descargada: Aguas Residuales

La caracterización de aguas residuales que se presentan en las siguientes tablas: **Tabla 31** y **Tabla 32** muestran el grado de contaminación de los efluentes industriales que se encuentran regidos bajo parámetros de Valores Máximos Admisibles (VMA).

Tabla 31: Resultados de campo de efluente industrial

Parámetros	Resultados	VMA
Potencial Hidrógeno	10.52 unid/ph	6-9 unid/ph
Temperatura	15 ° C	< 35°C

Fuente: Información recopilada en campo

La **Tabla 31** muestra resultados altos en el parámetro de Potencial Hidrógeno (PH), debido a que supera los Valores Máximos Admisibles (VMA) que se encuentran en el **Anexo 2**, mediante este resultado, se puede diseñar una planta de tratamiento.

Tabla 32: Resultados en laboratorio de efluente industrial

Parámetros	Resultados	VMA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	341 mg/L	500 mg/L
Aceites y Grasas (A y G)	1.3 mg/L	100 mg/L
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	275 mg/L	500 mg/L



Fuente: Informe de Ensayo CORPLAB ALS

La **Tabla 32**, señala que los resultados obtenidos en el Laboratorio de pruebas de caracterización de agua residual, se encuentran bajo los parámetros de los Valores Máximos Admisibles (VMA) que se encuentran en el **Anexo 1**, esto denota que, con respecto a los presentes resultados, se puede verter en un sistema de alcantarillado, siempre y cuando regularicemos el parámetro Potencial Hidrógeno (PH), **Tabla 31**.

5.3.3. Sistema de Tratamiento

El sistema de tratamiento propuesto esta delineado por los resultados de la caracterización del agua residual, al tener únicamente el parámetro de Potencial de Hidrógeno (PH) superando los Valores Máximos Admisibles (VMA), el principal proceso requerido es el proceso de neutralización de sustancias alcalinas.

Un sistema de tratamiento de aguas residuales comprende los procesos de: Pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario. Los dos últimos son los encargados de la eliminación de residuos orgánicos.

Al no tener altos índices de desechos orgánicos en comparación a los Valores Máximos Admisibles (VMA) como muestra la **Tabla 32**, en el parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Solidos Totales Suspendidos (SST) no es necesario emplear los procesos de tratamiento secundario y terciario.

Se concluye que, la planta de tratamiento aguas residuales que se rige a la caracterización de aguas residuales es una planta de pretratamiento y tratamiento primario, ya que una secundaria y terciaria son desestimadas por ser de tipo biológico.

5.2. **Diseño de Planta de Tratamiento Primaria de Agua Residual**

La planta de tratamiento consiste en eliminar contaminantes presentes en el agua residual procedente del proceso de neutralizado mediante dos procesos: Pretratamiento y tratamiento primario con el diseño propuesto detallado en el **Gráfico 20**.

Durante el proceso de neutralizado, empleando cuatro botales, se realiza como mínimo cinco descargas de agua con Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) que caen a una excavación larga y estrecha para conducir el agua residual a pozos de neutralizado, mezcladas con efluentes industriales de los procesos de prelavado, caleado y descaleado, el agua residual es una sustancia alcalina debido al reactivo químico, Óxido de Calcio (CaO), empleado durante el proceso de caleado.

Pretratamiento

El proceso de pretratamiento retira solidos de gran tamaño y arenas mediante subprocesos: desbaste y tamizado, donde se necesita rejas, cestillo extraíble y

macro tamizado que serán esenciales para la retención de residuos sólidos grandes y pequeños.

Tratamiento Primario

El tratamiento primario se encarga de estabilizar parámetros que se muestran en la **Tabla 31**, como es el Potencial de Hidrógeno (PH).

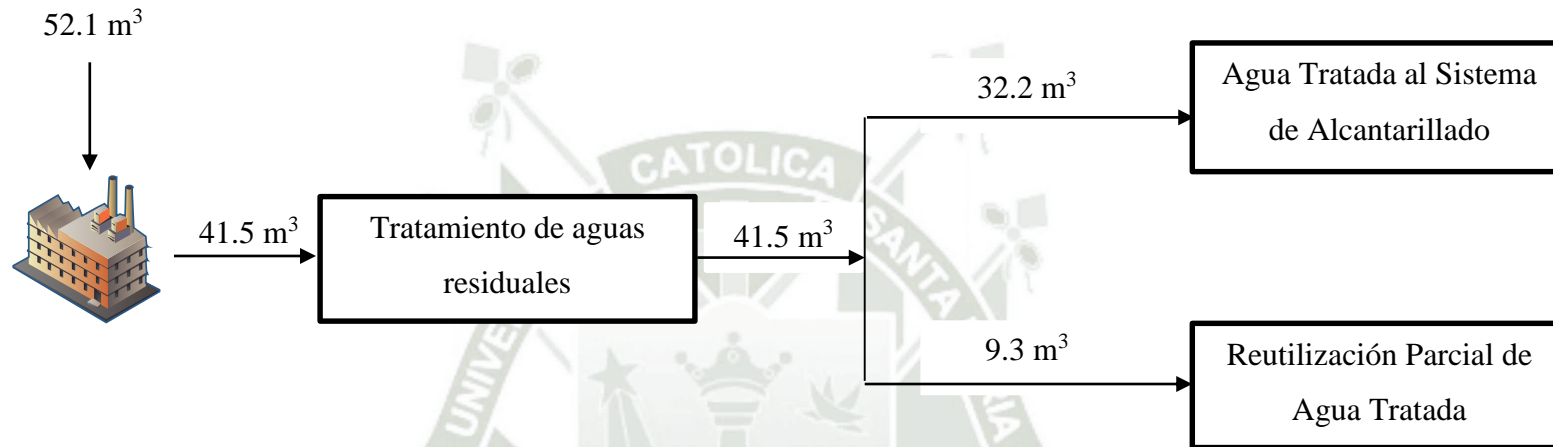
Al ser las aguas residuales son moderadamente alcalinas es necesario emplear el reactivo químico, Ácido Sulfúrico (H_2SO_4), ácido mineral fuerte y oxidante controlado, que consigue una mayor concentración del ácido y estabiliza el Potencial de Hidrógeno (PH) de un 10.52 unid/PH a un 6 unid/PH a 9 unid/PH. El **Anexo 6** muestra que, es un reactivo habitual, efectivo y casi instantáneo en el proceso de neutralizado.

Las aguas residuales reposan en estos pozos para dos tareas:

1. **Pozo 1:** Cumplir con las normativas de vertimiento al sistema de alcantarillado y verter el 72% del agua residual y reutilizar el 18% del agua que iba a ser un contaminante ambiental.
2. **Pozo 2:** Neutralizar el fluido de 10.52 unid/PH a y unid/PH.

Del pozo dos mediante un filtro de succión y una bomba es impulsado a los botales para un uso de lavado de estos, empleando una válvula bola para tener la opción de utilizar agua de regadío o el agua tratada por la misma empresa.

Gráfico 20: Planta de tratamiento de aguas residuales



Fuente: Elaboración Propia

El **Gráfico 20** muestra que la empresa productora de colapez requiere 52.1 m³ de agua, de los cuales 10.6 m³ son captados por el producto final para luego ser perdidos por el proceso de deshidratado. El proyecto propone que 32.2 m³ del recurso hídrico sea vertido al sistema de alcantarillado y 9.3 m³ reutilizado dentro de la misma empresa.

5.2.1. Materiales y Elementos para la Planta de Tratamiento de Agua Residual

5.2.1.1. Pretratamiento

Tratamiento físico encargado de retener sólidos de gran tamaño, el proceso de producción de colapez requerirá de este tratamiento para prevenir que, carnaza o materiales auxiliares ingresen al tratamiento físico-químico llamado tratamiento de aguas residuales primario.

5.2.1.1.1. Desbaste

Es el sistema mayor empleado para la retención de residuos sólidos, este sistema cuenta con la entrada de aguas residuales y en la salida están las rejas y un cestillo extraíble, la cual almacena todo residuo sólido ingresado.

Tabla 33: Componentes para pretratamiento: Desbaste

Componentes	Cantidad
Rejas	1
Cestillo extraíble	1

Fuente: Elaboración Propia

La norma OS.090 del R.N.E. obliga a la instalación de unas rejas o cribas “en toda planta de tratamiento, aun en las más simples”.

Las rejas son de 90 cm de ancho y 50 cm de largo con una inclinación de 45° y separaciones finas de 1.5 cm, su limpieza es de forma manual y el cestillo extraíble es de metal.

5.2.1.1.2. Tamizado

Es un sistema encargado de afinar el proceso de desbaste y eliminar todo residuo sólido de pequeño tamaño que no fue retirado, el presente sistema necesita un macro tamizado de 0.2 mm con tamices estáticos.

Tabla 34: Componentes para pretratamiento: Tamizado

Componentes	Cantidad
Macro tamizado	1

Fuente: Elaboración Propia

La **Tabla 33** y **Tabla 34** señalan los materiales que necesitan para un pretratamiento de aguas residuales.

5.2.1.2. Tratamiento primario

El sistema de tratamiento fisicoquímico de agua residual contará con los siguientes componentes:

Tabla 35: Componentes para diseño de plata de tratamiento

Componentes	Cantidad
Tubería PVC	16
Codos PVC	5
Tee PVC	1
Bomba	1
Válvula Check PVC	3
Válvula Bola PVC	1
Filtro de Succión	1
Ventilador con Motor	1

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2.1. Tuberías, codos y tee

Se utilizará materiales de policloruro de vinilo (PVC), plástico resistente a Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) al 10% con respecto aguas residuales a tratar y considera una temperatura de $15\text{ }^{\circ}C$, este fluido tiene poco o ningún efecto sobre PCV, como muestra el **Anexo 7**.

En la planta de tratamiento primaria a implementar el Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) requerido es de un 1.25%, lo restante es agua residual, por esta razón el PVC es apto como tubería y accesorios de dicha planta.

Para la planta propuesta se necesita 80 m de tubería, lo que implica 16 tubos de 5 m, cinco codos y una tee de salida bilateral, cada uno con diámetro de 1.5 pulgadas.

5.2.1.2.2. Pozos

Se implementará dos pozos uno más grande que otro, las dimensiones serán de:

Tabla 36: Dimensiones de pozos

Pozos/Dimensión	Largo	Ancho	Alto	Total
Pozo 1	4.5 m	3 m	2.5 m	33.75 m^3
Pozo 2	1.5 m	3 m	2.5 m	11.25 m^3
Total	45 m^3			

Fuente: Elaboración Propia

Los presentes pozos serán parte principal del proceso de neutralizado, es aquí, donde se dan las reacciones químicas para la

acidificación de las aguas residuales hasta estabilizar la Potencia de Hidrógeno (PH).

La capacidad de ambos pozos de 45 m³, 33.75 m³ y 11.25 m³ respectivamente, como se analizó en el consumo hídrico calculado en el capítulo anterior se obtuvo 52.1 m³ de agua residual, no obstante, 10.8 m³ son empleados durante el proceso de producción de colapez, es así que solo se considera los 41.5 m³ de aguas residuales, cubriendo la capacidad de los pozos.

Cada pozo tiene una finalidad, el pozo uno es el que se verterá al sistema de alcantarillado y a su vez servirá para reutilización y reingreso al mismo ciclo productivo del recurso del agua mientras que el pozo dos tiene la función de almacenar el agua tratada.

En el proceso de neutralizado ingresará el agua tratada con la función de limpieza y enjuague de los cuatro botaes, consumiendo 9.3 m³ de agua de regadío por tonelada de producción.

5.2.1.2.3. Válvulas Check

La planta de tratamiento propuesta requiere 3 válvulas check de PVC de 1.5 pulgadas de diámetro, encargadas de hacer fluir el agua tratada en una dirección, sin embargo, se cierra automáticamente para prevenir flujo en la dirección opuesta.

5.2.1.2.3.1. Válvula Check para Ingreso de Agua Residual

Esta válvula anti-retorno se encargará de trasladar el agua residual procedente del proceso de prelavado, caleado, descaleado, neutralizado y cocción a los pozos y para evitar su retorno se colocará la primera válvula check.

5.2.1.2.3.2. Válvula Check para la Bomba

Esta válvula es la encargada de evitar un golpe de ariete contra una bomba, dañándola de manera irremediable; la válvula check permitirá que fluya el agua tratada hacia el proceso de neutralizado sin riesgos.

5.2.1.2.3.3. Válvula Check para Agua Tratada

El último tramo necesitará una válvula check debido a que tiene una tubería que se encarga de proveer a la empresa de agua de regadío; la finalidad de esta planta de tratamiento es que permitir usar el agua de regadío tanto como el agua tratada es así que, para que no exista un flujo en dirección opuesta del canal de agua de regadío se coloca una válvula anti-retorno.

5.2.1.2.4. Agitador

El agitador, homogeneizador de la mezcla del fluido, consta de un ventilador con su motor y 8 hélices que permiten que su desempeño sea más productivo.

5.2.1.2.4.1. Ventilador

El ventilador, conformado por un motor, hélices y reductor, es el encargado de la mezcla del fluido con Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) para lograr un neutralizado eficiente y homogenizado. Mediante este dispositivo se puede calibrar la velocidad para un fluido neutro.

5.2.1.2.4.2. Motor

El motor es el encargado de imprimir la potencia para el movimiento de hélices, con el reductor se acelera o disminuye la velocidad para un fluido estandarizado con los valores máximos admisibles (VMA).

5.2.1.2.5. Filtro de Succión

La planta de tratamiento primaria requerirá un filtro de succión dentro del pozo 1, instalado en la línea de bombeo para prevenir que la bomba usada sufra daños por absorción de contaminantes y extender su vida útil.

5.2.1.2.6. Bomba Hidráulica

La bomba es el componente esencial para la planta de tratamiento propuesta, una vez tratada el agua, debe ser impulsada para un re- uso parcial de esta.

Para la elección de potencia se realizó una serie de cálculos según la Ecuación de Bernoulli que se encuentran detallados en el **Anexo 8**, posteriormente se detalla el cálculo del caudal y de la potencia de la bomba.

La bomba que se adquirirá es una bomba centrífuga horizontal, debido a que el fluido llega mediante de un filtro de succión. Se considera la recirculación del agua verde a un volumen de 9.3 m³ en 60 min con caudal de $0.002583 \frac{m^3}{s}$ y una potencia de 3 PH.

5.2.1.2.7. Válvula Bola

La válvula esfera de PVC con 1.5 pulgadas de diámetro, es utilizada tras el impulso de la bomba por 3 metros de altura y 40 metros de tubería, es un mecanismo de llave de paso que sirve para regularizar el flujo del agua tratada.

Se requiere de una válvula bola para tener la opción de utilizar agua de regadío o agua tratada por la misma empresa, considerando que para el proceso propio de neutralizado se preferirá el agua de regadío mientras que para enjuagues de botales se utilizará el agua tratada de por lo menos 9.3 m³ para eliminar todo residuo orgánico o residuos

químicos que se encuentran retenidos en botales, además que, con constantes enjuagues evita el almacenamiento de sarro en botales causando un desgaste de ellos rápidamente.

5.3.2. Frecuencia de monitoreo

Se establecerá una frecuencia de monitorio de las aguas residuales producidas por la empresa productora de colapez, según las presentes situaciones:

- Variaciones de descargas de aguas residuales producidas por la empresa.
- Adición de nuevos materiales auxiliares y/o reactivos que afecte al recurso hídrico durante el proceso productivos de colapez.
- Incremento de la capacidad de la empresa y producción.
- Seguimiento y fiscalización por iniciativa propia o por autoridades competentes.

5.2.3. Cronograma de Actividades para la Implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

El presente cronograma de actividades inicia el 9 de marzo del 2020, no obstante, se detalla que por el estado de emergencia de la COVID-19, existe un congelamiento de actividades desde la tarea 1.3 de análisis de caracterización de efluentes de la **Tabla 37**, con una duración del proyecto de 54.5 días.

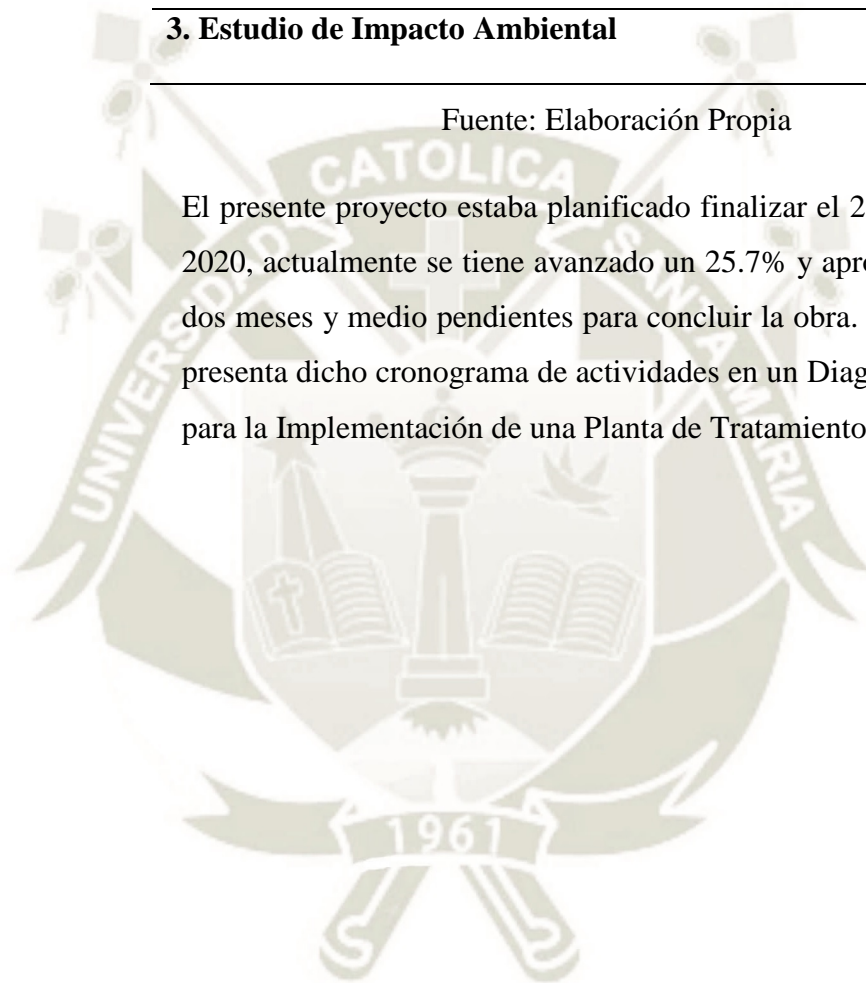
Tabla 37: Cronograma de actividades de implementación de una
PTAR

Nombre de tarea	Duración
Cronograma de actividades	54.5 días
1. Diseño de Planta de Tratamiento	38 días
1.1. Caracterización del agua del Canal de Zamácola	7 días
1.2. Caracterización de efluentes de la empresa productora de colapez	7 días
1.3. Análisis de caracterización de efluentes	1 día
1.4. Elección de PTAR	2 días
1.5. Pruebas en efluentes industriales cumplan con VMA	25 días
1.5.1. Caracterización de efluentes de la empresa productora de colapez I	7 días
1.5.2. Análisis de pruebas	2 días
1.5.3. Caracterización de efluentes de la empresa productora de colapez II	7 días
1.5.4. Análisis de pruebas	1 día
1.5.5. Caracterización de efluentes de la empresa productora de colapez III	7 días
1.5.6. Análisis de pruebas	1 día
1.6. Bosquejo de Planta de Tratamiento	2 días
1.7. Compra de equipos y materiales	3 días

2. Construcción de Planta de Tratamiento	11.5 días
2.1.Excavación de pozos	0.5 días
2.2.Drenes de la PTAR	3 días
2.3.Instalacion de bomba y accesorios	1 día
2.4.Acabados	7 días
3. Estudio de Impacto Ambiental	5 días

Fuente: Elaboración Propia

El presente proyecto estaba planificado finalizar el 25 de mayo del 2020, actualmente se tiene avanzado un 25.7% y aproximadamente dos meses y medio pendientes para concluir la obra. El **Gráfico 21** presenta dicho cronograma de actividades en un Diagrama de Gantt para la Implementación de una Planta de Tratamiento.



5.2.4. Diagrama de Gantt del Proyecto

Gráfico 21: Diagrama de Gantt para la implementación de PTAR

N°	Actividad	MARZO 2020				2021													
		1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	
1	1. Diseño de Planta de Tratamiento																		
2	1.1. Caracterización del agua del Canal de Zamácola	■																	
3	1.2. Caracterización de efluentes de la empresa productora de colapez	■																	
4	1.3. Análisis de caracterización de efluentes		■																
5	1.4. Elección de PTAR			■	-----	■													
6	1.5. Pruebas en efluentes industriales cumplan con VMA																		
7	1.5.1. Caracterización de efluentes de la empresa productora de colapez I							■	■										
8	1.5.2. Análisis de pruebas							■	■										
9	1.5.3. Caracterización de efluentes de la empresa productora de colapez II								■										
10	1.5.4. Análisis de pruebas									■									
11	1.5.5. Caracterización de efluentes de la empresa productora de colapez III										■	■							
12	1.5.6. Análisis de pruebas											■							
13	1.6. Bosquejo de Planta de Tratamiento												■	■					
14	1.7. Compra de equipos y materiales													■					
15	2. Construcción de Planta de Tratamiento																		
16	2.1. Excavación de pozos														■				
17	2.2. Drenes de la PTAR															■			
18	2.3. Instalación de bomba y accesorios																■		
19	2.4. Acabados																■	■	
20	3. Estudio de Impacto Ambiental																	■	■

Fuente: Elaboración Propia

5.3. Análisis de Inversión del Proyecto

5.3.1. Ingresos Mensuales

La producción de la empresa productora de colapez es irregular por factores externos debido a que se rige de factores estacionales. Esta empresa, al tener el proceso de secado dependiente de los recursos renovables sol y viento. En temporadas de verano (enero y febrero) no producen, las lluvias dañan su producto final. Es por esta razón que la **Tabla 38** muestra variaciones en ingresos por mes de producción.

Tabla 38: Ingreso mensual

Mes	Ingresos
Enero	S/. 0
Febrero	S/. 0
Marzo	S/. 42,300.00
Abril	S/. 84,600.00
Mayo	S/. 84,600.00
Junio	S/. 84,600.00
Julio	S/. 84,600.00
Agosto	S/. 84,600.00
Setiembre	S/. 84,600.00
Octubre	S/. 126,900.00
Noviembre	S/. 126,900.00
Diciembre	S/. 42,300.00

Fuente: Elaboración Propia

Como señala la **Tabla 38**, los ingresos mensuales generalmente son equivalentes a S/. 84,600.00, considerando este monto en el flujo de caja económica mensual.

5.3.2. Costos Mensual de Materia Prima y Auxiliares

La única materia prima que requiere la producción de colapez es: Carnaza, esta es proveniente de la industria curtiembre aledaña.

Tabla 39: Costo mensual de materia prima y auxiliares

Materia Prima y Materiales Auxiliares	Costo Mensual
Materia prima	
Carnaza	S/30,491.20
Materiales Auxiliares	
Ácido Sulfúrico	S/430.46
Óxido de Calcio	S/2,354.10
Hidróxido de Amonio	S/134.52
Total	S/. 33,410

Fuente: Elaboración Propia

La **Tabla 39**, muestra un costo mensual de materia prima y auxiliar de S/. 33,410.

5.3.3. Costo de Personal Mensual

La empresa productora de colapez requiere de personal de producción, ventas y administración como señala la **Tabla 40**.

Tabla 40: Costo de personal mensual

Personal	Costo Mensual
Personal de Producción	
(3) Personal de Recepción de Materia Prima	S/2,790
(1) Personal de Caleado	S/930
(2) Personal de Neutralizado	S/1,860
(1) Personal de Cocción	S/930
(2) Personal de Cortado	S/1,860
(1) Personal de Molienda y Refinado	S/930
(10) Personal de Carga	S/9,300
Personal de Ventas	
(1) Promotor de Ventas	S/930
Personal de Administración	
(1) Supervisora	S/1,500
(1) Jefe de Planta	S/2,000
Total	S/23,030

Fuente: Elaboración Propia

El costo de personal mensual es de S/23,030, considerando el sueldo mínimo para el personal de producción y ventas.

5.3.4. Pago de Servicios Mensual

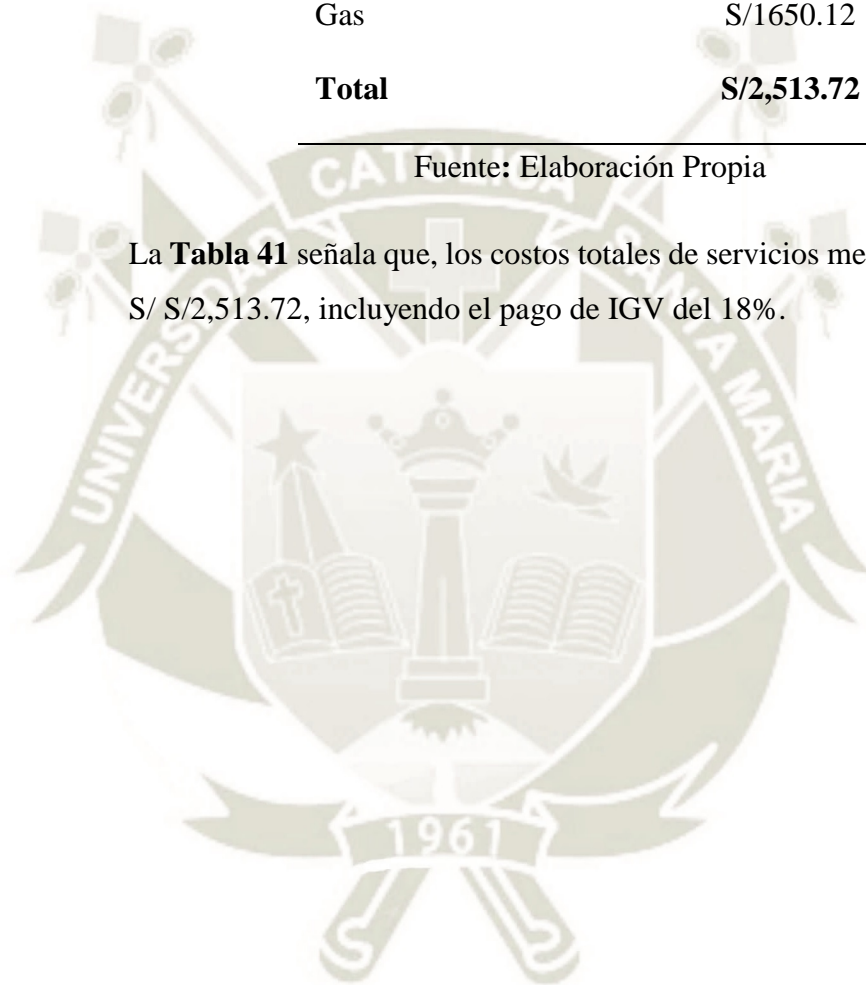
El pago de servicios mensual considera agua de riego, energía eléctrica, transporte y gas.

Tabla 41: Costo mensual de servicios

Servicios	Costo Mensual
Agua de Regadío	S/236.00
Energía eléctrica	S/448.00
Transporte	S/179.60
Gas	S/1650.12
Total	S/2,513.72

Fuente: Elaboración Propia

La **Tabla 41** señala que, los costos totales de servicios mensuales suman S/ S/2,513.72, incluyendo el pago de IGV del 18%.



5.3.5. Estimación de Ventas (Unidades)

Para la estimación de ventas mostrada en la **Tabla 42**, se considera los dos tipos de productos que comercializa dicha empresa, la de primera calidad: *Pura* y la de segunda calidad: *Remate*.

Tabla 42: Estimación de ventas (unidades)

Ventas Estimadas	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Pura	5720	5720	5720	5720	5720
Remate	2280	2280	2280	2280	2280
Total	8000	8000	8000	8000	8000

Fuente: Elaboración Propia

La **Tabla 42** muestra las ventas estimadas en unidades son altas mensualmente, no obstante, tienen como ancla el proceso de secado.

5.3.6. Ventas Mensuales

La venta mensual estima ingresos hasta por cinco meses, para determinar los ingresos, se presenta la **Tabla 43**, donde detalla los precios unitarios de los subproductos de colapez.

Tabla 43: Precios de productos por Kg

Precios	x Kg
Pura	S/. 12
Remate	S/.7

Fuente: Elaboración Propia

La **Tabla 44** muestra los futuros ingresos en los siguientes cinco meses, fijadas por el precio unitario por subproducto de colapez.

Tabla 44: Ingresos mensuales

Ingresos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Pura	S/686,400	S/686,400	S/686,400	S/686,400	S/686,400
Remate	S/159,600	S/159,600	S/159,600	S/159,600	S/159,600
Total	S/846,000	S/846,000	S/846,000	S/846,000	S/846,000

Fuente: Elaboración Propia

5.3.7. Estimar Costos del Proyecto

En el Presupuesto correspondiente a la implementación de una planta de tratamiento de agua residual, se señala en la **Tabla 45** y **Tabla 46**, considerando gastos preliminares hasta los costos por la implementación y mano de obra de la PTAR.

Tabla 45: Costo de materiales y elementos para implementar una planta de tratamiento de agua residual

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Gastos Preliminares			S/5,900.00
1.1	Caracterización del Agua	2		S/2 400.00
1.2	Excavación			
1.2.1	Pozo 1: 33.75 m ³ Pozo 2:11.25 m ³	1		S/2,000.00
1.2.2	Canales	1		S/1, 500.00
2	Planta de Tratamiento Primaria			S/16,120.00
2.1	Estanques de Neutralizado			
2.1.1	Materiales de Construcción por Pozos	1		S/6,000.00
2.2	Bomba de Agua	1	S/8,500.00	S/8,500.00
2.3	Válvula Check PVC	3	S/60.00	S/180.00
2.4	Válvula Bola PVC	1	S/85.00	S/85.00
2.5	Filtro de Succión	1	S/60.00	S/60.00
2.6	Agitador			
2.6.1	Ventilador	1	S/350.00	S/350.00
2.6.2	Motor	1	S/472.00	S/472.00
2.7	Líneas de Agua			
2.7.1	Tubería de PVC	16	S/28.00	S/448.00
2.8	Accesorios			

2.8.1	Codos PVC	5	S/4.00	S/20.00
2.8.2	Tee PVC	1	S/5.00	S/5.00

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 45** observamos que, el costo por materiales y elementos es de S/. S/22,020.00, a lo que se debe añadir el costo por mano de obra que se detalla en la **Tabla 46**.

Tabla 46: Costo por mano de obra

Ítem	Descripción	Costo Total
3	Mano de Obra	
3,1	Ingeniero Sanitario	S/2,000.00
3.2	Ingeniero Civil	S/2,000.00
3.4	Instalación de Líneas de Agua	S/2,000.00
3.3	Excavación	S/1,000.00
3.5	Mano de Obra por Estaques	S/2,000.00
	Total	S/9,000.00

Fuente: Elaboración Propia

Los costos totales por la implementación de una planta de agua residual y la mano de obra, asumen un costo de S/. 31,020.

En el **Anexo 12** muestra el flujo de caja económico que evalúa si la empresa productora de colapez es capaz de enfrentar esta inversión de S/. 31 020 para un tratamiento de aguas residuales según indicadores de rentabilidad.

El análisis de inversión muestra altos indicadores de Valor Actual Neto (VAN) sobrepasando el valor 1 y Tasa Interna de Retorno (TIR) equivalente al 61%, lo que indica que la empresa es capaz de invertir en este proyecto sin necesidad de un préstamo financiero ya que la recuperación casi inmediata.

CAPITULO VI

6. Resultados

El presente capítulo muestra como una estrategia medioambiental como es economía circular, disminuye los flujos de recurso hídrico, reduce el tiempo de producción y omite subprocesos, comparando indicadores resultantes del sistema económico lineal y del sistema económico circular de la empresa productora de colapez.

6.1. Aspecto Impacto Industrial

6.1.1. Reducción de Costos

En el análisis de flujo de materiales, recursos y residuos del presente capítulo obtendrá variantes con respecto al capítulo de evaluación de producción según indicadores de economía circular, debido a la implementación de una planta de tratamiento primaria como propuesta de mejora en el sistema de gestión de aguas residuales, la **Tabla 47** muestra las diferencias en costo de materia prima, materiales auxiliares y recursos.

Tabla 47: Comparación de economía lineal y economía circular en empresa productora de colapez

Material	ECONOMÍA LINEAL	ECONOMÍA CIRCULAR
	Costo	Costo
Carnaza Fresca	S/. 3400	S/. 3400
Agua de Regadío	S/30	S/24
Ácido Sulfúrico	S/.48	S/.48
Óxido de Calcio	S/.262.5	S/.262.5

Hidróxido de Amonio	S/.15	S/.15
Luz	S/.50	S/.50
Gasolina	S/.20	S/.20
Gas	S/. 184	S/. 184
Total	S/. 4009.5	S/. 4003.5

Fuente: Elaboración Propia

La **Tabla 47** muestra la reducción de cantidad y costo con respecto al agua regadío, los datos presentados son por tonelada de producción, si consideramos costos anuales en el recurso hídrico se consideran datos relevantes como se observa en la **Tabla 48**.

Tabla 48: Ahorro anual del recursos hídrico

Material	ECONOMÍA LINEAL		ECONOMÍA CIRCULAR	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Agua de Regadío	4168 m ³	S/.2 400	3424 m ³	S/. 1 971

Fuente: Elaboración Propia

La **Tabla 48** nos indica que implementando una planta de tratamiento de aguas residuales se puede ahorrar S/. 429 anuales, disminuyendo impactos ambientales, evitando multas y reduciendo el consumo del recurso hídrico.

6.1.1.1. Materia Prima y Materiales Auxiliares con PTAR

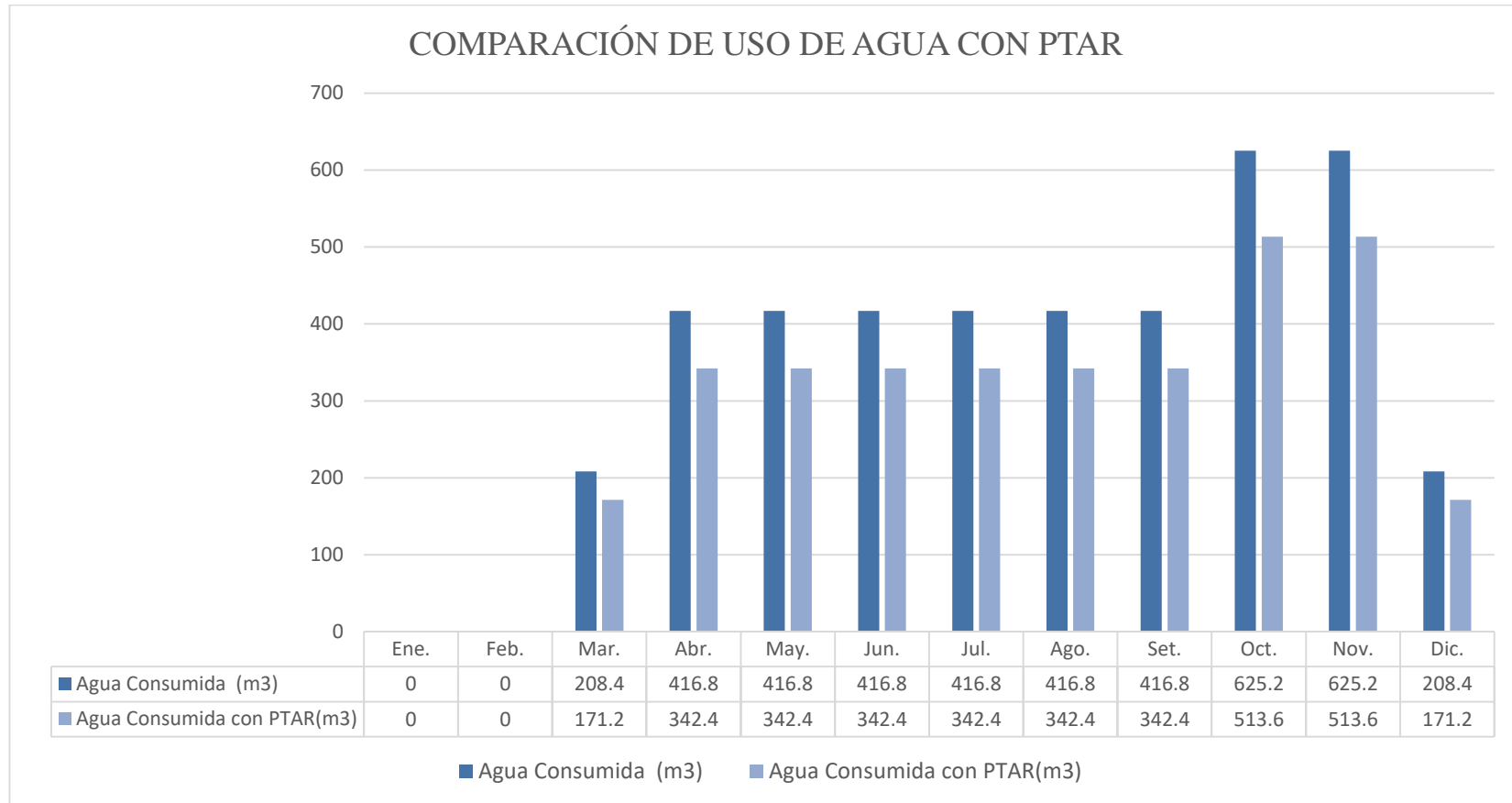
Con respecto al capítulo cuatro de evaluación de producción según indicadores de economía circular, en el punto 4.1.1 de materia prima y materiales auxiliares mantiene las mismas cifras excepto por Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) por su utilidad en el proceso de neutralizado de aguas residuales dentro de la planta de tratamiento primaria.

6.1.1.2. Recursos: Energía y Agua con PTAR

El consumo del recurso hídrico disminuye en 9.3 m^3 desde que se implementa la planta de tratamiento, el agua de regadío consumida sería de 42.8 m^3 por tonelada de producción y las aguas residuales ya no son vertidas al canal de regadío provocando impactos negativos que afectan al medio ambiente, por el contrario, con el sistema de gestión de aguas residuales propuesto serán vertidas al sistema de alcantarillado cumpliendo con la normativa para evitar daños en instalaciones, tuberías y afectar posteriores tratamientos.

El consumo de energía del sistema de gestión propuesto se mantiene igual con respecto al sistema de gestión actual, un promedio de 475 KWh mensual, la cual es detallada en el **Gráfico 10**.

Gráfico 22: Comparación de uso de agua con PTAR



Fuente: Elaboración Propia

El **Gráfico 22** muestra la comparación de sistemas de gestión y reducción del requerimiento del recurso hídrico por mes.

6.1.1.3. Multas por Vertimientos

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) se encarga de controlar el vertimiento de aguas residuales industriales, sin tratamientos previos y en caso se vierta en un sistema de alcantarillado, tiene que cumplir con los Valores Máximos Admisibles (VMA), que se basa en la Ley N° 29338 ley de Recursos Hídricos - Artículo N° 80 y Artículo N° 122.

La **Tabla 49**, muestra los tipos de multas de acuerdo a la infracción. (Astonitas Fernandes, 2018)

Tabla 49: Tipos de multas de acuerdo a la infracción

TIPOS DE INFRACCIONES		MULTAS	
Denuncias	Leve	Contaminar las fuentes naturales de agua superficiales o subterráneas.	0.5 - 2 UIT
	Grave	El vertimiento de aguas residuales en los cuerpos de agua o efectuar re uso de aguas sin autorización de la (ANA)	2 - 5 UIT
	Muy Grave	Arrojar residuos sólidos a agua natural.	5 – 10 000 UIT

Fuente: Ley 29338 – Ley de Recursos Hídricos

Tabla 50: Valores de la UIT

AÑO	VALOR (S/.)	BASE LEGAL
2020	4,300	D.S. N° 380-2019-EF
2019	4,200	D.S. N° 298-2018-EF
2018	4,150	D.S. N° 380-2017-EF
2017	4,050	D.S. N° 353-2016-EF
2016	3,950	D.S. N° 397-2015-EF
2015	3,850	D.S. N° 374-2014-EF

Fuente: SUNAT

Según la **Tabla 49**, esta empresa tendría una denuncia grave de 2 a 5 UITs, la **Tabla 50** indica que la UIT al año 2020 es S/. 4 300, lo que equivale a S/ 21,500.

Comparando la inversión de una Planta de Tratamiento de Agua Residual y una multa de la Autoridad Nacional del Ana (ANA) es equivalente como muestra la **Tabla 51**.

Tabla 51: PTAR vs Multa

PTAR	Multa
S/. 31,020	S/ 21,500

Fuente: SUNAT

Por esta razón, es que la elección una planta de tratamiento es la mejor decisión, además que, la planta primaria de tratamiento de aguas residuales está diseñada para la recirculación parcial de este recurso hídrico y un ahorro de S/. 429 por año.

Esta oportunidad sostenible no solo es una inversión para evitar una multa, es una inversión que disminuye el impacto ambiental, optimiza los procesos recirculando el agua considerada efluente industrial y principalmente genera ingresos para la empresa.

6.1.2. Optimización de Procesos

El proceso productivo de colapez es un proceso de flujo en serie que involucra catorce actividades y un tiempo de producción de 49 días que incluyen dos tiempos de preparación en los procesos de caleo y secado, especificados en la **Tabla 52**.

Es preciso señalar que, por medio del sistema de gestión de aguas residuales propuesto el tiempo de producción disminuiría en 15 minutos, excluyendo dos subprocesos de la operación de neutralizado con dos operarios responsables: Filtrar el agua reusada y llenar con agua reusada mediante baldes de 25 l.

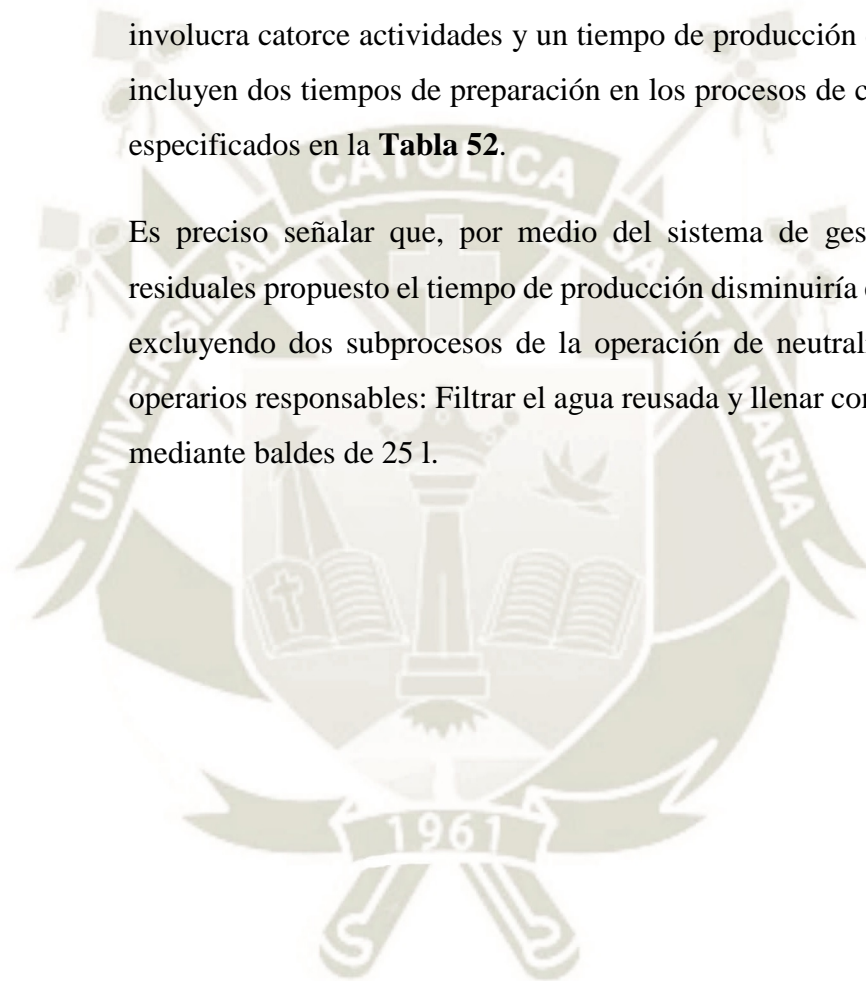


Tabla 52: Tiempo de producción con el sistema de gestión actual

Operaciones	Sistema de Gestión Actual			Sistema de Gestión Propuesto		
	Tiempo de Operación (h)	Tiempo de Preparación (h)	Tiempo de Producción (h)	Tiempo de Operación (h)	Tiempo de Preparación (h)	Tiempo de Producción (h)
Recortar	10	0	10	10	0	10
Pre-Lavar	6	0	6	6	0	6
Calear	4.1	280	284.1	4.1	280	284.1
Desclear	8	0	8	8	0	8
Pesar	1.19	0	1.19	1.19	0	1.19
Neutralizar	9	0	9	8.75	0	8.75
Coccionar	9	0	9	9	0	9
Filtrar	1.13	0	1.13	1.13	0	1.13
Gelificar	8	0	8	8	0	8
Cortar	9.22	0	9.22	9.22	0	9.22
Secar	6.41	24	30.41	6.41	24	30.41
Moler	4.92	0	4.92	4.92	0	4.92
Refinar	4.08	0	4.08	4.08	0	4.08
Empaquetar	4	0	4	4	0	4
Tiempo-Horas	85.05	304	389.05	84.08	304	388.8
Tiempo-Dias	10.63	38	48.6	10.06	38	48.6

Fuente: Elaboración Propia

6.2. Aspecto de Impacto Ambiental

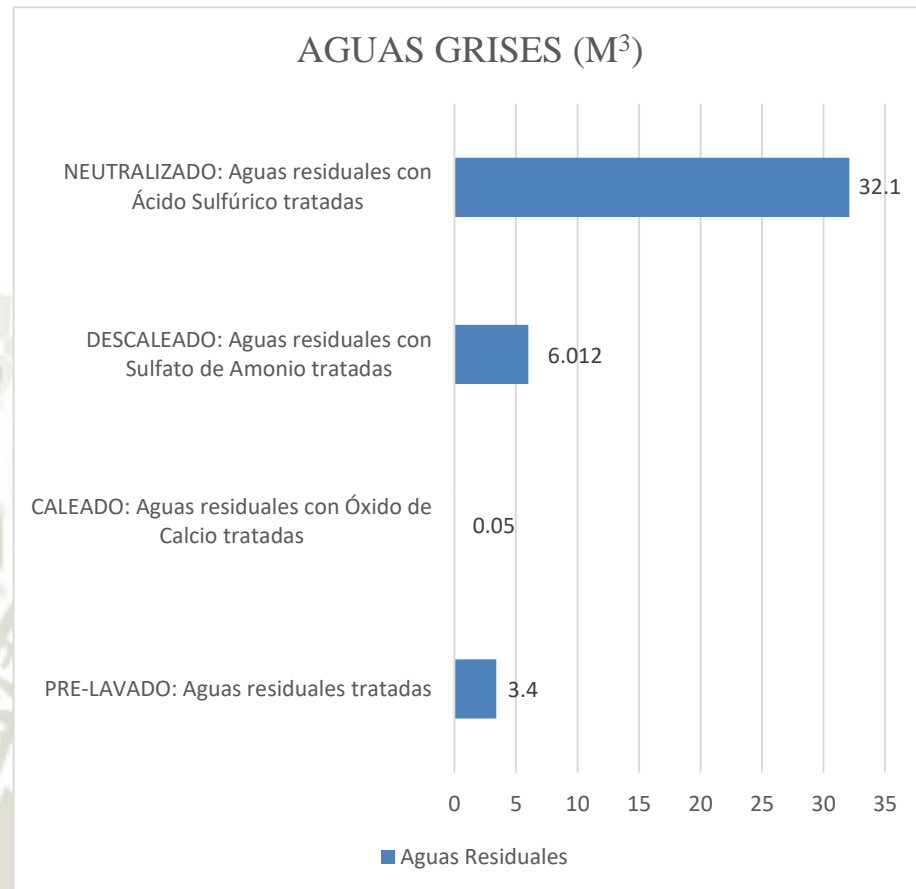
6.2.1. Reducción de Generación de Aguas Residuales

Según el diagnóstico de impactos ambientales, la gestión de residuos sólidos es adecuada, la empresa productora de colapez cuenta con procedimientos establecidos.

Cabe destacar que, en el sistema de gestión actual de aguas residuales se filtra una cantidad casi despreciable de residuos orgánicos que no eran consideradas anteriormente, sin embargo, con el sistema de gestión propuesto rescata dichos residuos de las rejillas en la etapa de pretratamiento de la PTAR para ser dispuestos como basura municipal y puesto en manos de la autoridad local competente.

El proceso de neutralizado generaba un 78% de aguas residuales como muestra el **Gráfico 12**. Mediante la implementación del sistema adecuado de gestión de aguas residuales reduce un 18% en la totalidad de aguas residuales, el **Gráfico 23** detalla el total de aguas residuales por proceso.

Gráfico 23: Aguas tratadas por proceso



Fuente: Elaboración Propia

El **Gráfico 23** muestra que, toda el agua usada será tratada, convirtiéndola en aguas grises excepto en el área de neutralizado, desde que se implemente esta planta de tratamiento no se usará el 100% de agua verde, sino que el 18% será reutilizada proveniente de la planta de tratamiento y toda el agua restante podrá ser vertida al sistema de alcantarillado sin el riesgo de una multa.

6.2.2. Reutilización de Agua

En el punto de % de reutilización de agua el **Gráfico 12**, señala un % de reutilización de 0.4%, gracias a esta oportunidad dicho % aumentará.

La reutilización de agua por el sistema de gestión de aguas residuales, sería:

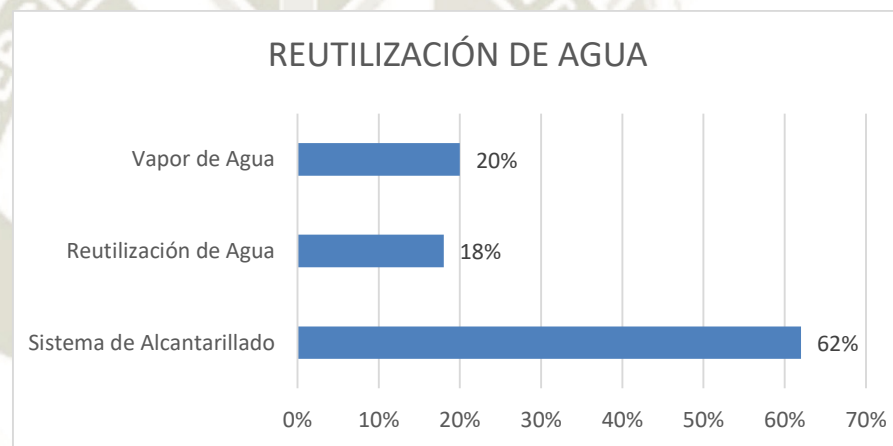
$$\text{Reutilización de Agua} = \frac{\text{Agua Reutilizada (m}^3\text{)}}{\text{Agua Consumida (m}^3\text{)}} * 100$$

$$\text{Reutilización de Agua} = \frac{744 \text{ m}^3}{4168 \text{ m}^3} * 100$$

$$\text{Reutilización de Agua} = 17.85 \%$$

El **Gráfico 24** muestra resultados completamente distintos al **Gráfico 12**, antes el 100% del agua residual era desechada sin previos tratamientos, con esta propuesta se puede reutilizar un porcentaje del agua para enjuague de botales y la otra parte cumple con los estándares de gestión ambiental para ser vertidos en el sistema de alcantarillado.

Gráfico 24: % Reutilización de Agua con PTAR



Fuente: Elaboración Propia

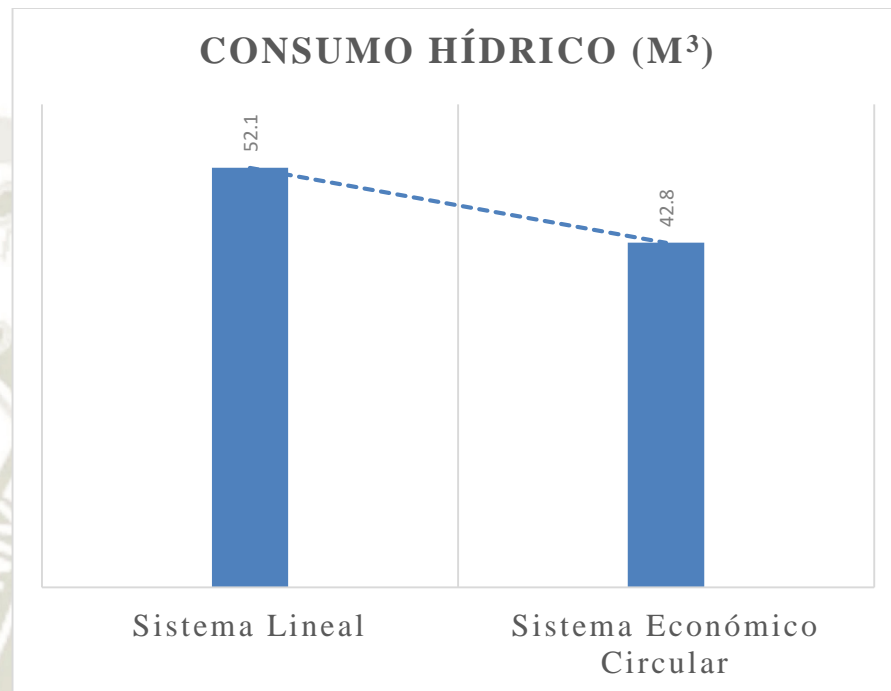
La **Tabla 53** detalla el agua reutilizada mensualmente en el mismo proceso de productivo, concluyendo que 744 m³ de agua aproximadamente será reusadas anualmente, dicho de otra manera, de reutilizar un 0.4% por la mala gestión de aguas residuales, con la presente propuesta el porcentaje de reutilización es de un 18%.

6.2.3. Disminución del Consumo Hídrico

El consumo hídrico de la empresa productora de colapez se reduce, haciendo hincapié en el proceso de neutralizado, este sigue siendo el

proceso con mayor consumo con respecto a las otras actividades. Cabe resaltar que, en el sistema lineal se requería mayor recurso hídrico que con el sistema económico circular propuesto.

Gráfico 25: Consumo Hídrico Sistema Lineal y con PTAR



Fuente: Elaboración Propia

El **Gráfico 25** señala la reducción de agua de riego empleada con sistema lineal y con el sistema económico, de 52.1 m³ a 42.8 m³, el 9.3 m³ son aguas tratadas.

La empresa productiva de colapez verte sus aguas residuales alcalinas a zonas agrícolas que dañan su suelo y dificulta el cultivo, mediante la propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales, la sustancia de efluente industrial es neutra, evitando impactos ambientales irremediables como indica la **Tabla 53**, el consumo hídrico anual redujo en 744 m³ anualmente, reutilizando de manera parcial el agua tratada.

Tabla 53: Comparación de consumo hídrico actual y propuesto

PRODUCCION POR MES	PROD. COLAPEZ	AGUA				
		ACTUAL		PROPUESTA		
		Agua Consumida (l)	Agua Consumida (m ³)	Agua Reusada (l)	Agua Consumida (l)	Agua Consumida(m ³)
Enero	0	0	0	0	0	0
Febrero	0	0	0	0	0	0
Marzo	4000	208400	208.4	37200	171200	171.2
Abril	8000	416800	416.8	74400	342400	342.4
Mayo	8000	416800	416.8	74400	342400	342.4
Junio	8000	416800	416.8	74400	342400	342.4
Julio	8000	416800	416.8	74400	342400	342.4
Agosto	8000	416800	416.8	74400	342400	342.4
Setiembre	8000	416800	416.8	74400	342400	342.4
Octubre	12000	625200	625.2	111600	513600	513.6
Noviembre	12000	625200	625.2	111600	513600	513.6
Diciembre	400	208400	208.4	37200	171200	171.2
Total			4168			3424

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- **Primera conclusión,** el implementar un sistema de gestión de aguas residuales en la empresa productora de colapez Rio Seco-Arequipa, reducirá el impacto ambiental negativo puesto que, se propone tratar las aguas residuales cumpliendo con normativas que evitan el deterioro de instalaciones de la red de alcantarillado y afectan posteriores los tratamientos de las mismas.
- **Segunda conclusión,** al evaluar la situación actual de producción y de impacto ambiental de la empresa productora de colapez se concluye que, la mala gestión de aguas residuales produce impactos negativos significativos de máxima atención, por ende, se tomaron medidas correctivas para aprovechar el recurso hídrico como es la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- **Tercera conclusión,** el sistema de gestión de aguas residuales propuesto es seleccionado y diseñado según los resultados de la caracterización de aguas residuales generadas por la empresa productora de colapez, las aguas residuales ya no serán desechadas sino reusadas parcialmente, un 18% de las aguas residuales generadas serían reutilizadas el mismo proceso de producción. En esta propuesta prima la valorización del recurso hídrico y la recirculación parcial del agua verde utilizada.
- **Cuarta conclusión,** el estimar costos del proyecto y cantidades por la reutilización del recurso hídrico se concluye que, la empresa puede solventar económicamente tal inversión y a su vez, desarrollarse sosteniblemente.

RECOMENDACIONES

- **Primera recomendación,** gestionar adecuadamente las aguas residuales para reducir impactos ambientales negativos, es recomendable la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales a empresas dedicadas a la curtiembre y derivados, debido a que podrán valorar y recircular su recurso hídrico.
- **Segunda recomendación,** evaluar la situación actual de la empresa es una recomendación relevante para conocer la postura económica, social y ambiental en la que se encuentra; en caso de identificar deficiencias, tomar medidas preventivas y correctivas para evitar impactos ambientales que nos afecten como sociedad.
- **Tercera recomendación,** seleccionar un sistema de gestión de aguas residuales basada en su caracterización y destino final. El diseño de esta propuesta debe estar orientada a la mejora industrial y ambiental. La reutilización el recurso hídrico es una oportunidad sostenible en gestion de aguas residuales y es considerado como un avance en el desarrollo sostenible
- **Cuarta recomendación,** estimar costos del proyecto para ser evaluada y aprobada por la empresa, señalando los beneficios ambientales y económicos que obtendrá por la reutilización del recurso hídrico.

REFERENCIA

Aguilar, A. A., & Pumachara, L. M. (2019). Aplicación de un PGA para reducir los impactos ambientales de la empresa de curtiembre San Cristóbal- Río Seco-Arequipa-2019.

Astonitas Fernandes, Y. E. (2018). *Propuesta de un sistema de Tratamiento de agua Residual en la empresa PEVASTAR S.A.C.*

Autoridad Nacional del Agua. (2013). *Reglamento Autorizaciones de vertimientos: Resolucion Jefatural N° 224-2013-ANA.*

Buroz, C. (1994). *Métodos de evaluación de impactos ambientales.*

Camara de navarra. (2017). *Guía para el Desarrollo de Autodiagnósticos en Economía Circular en la Industria Navarra Oportunidades Sostenibles para la Especialización Inteligente.*

Cordova Pizarro, M. D. (2019). La Economía Circular en la Industria Electrónica en Mexico: Mapeo del Flujo de Materiales de los Telefonos Celulares. *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey*. Retrieved from [https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/633054/Tesis D.Córdova DCI Mayo2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/633054/Tesis_D.Córdova_DCI_Mayo2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

El Peruano. (2009). *Reglamento de Seguridad y Salud del Trabajo*. 1–9.

Fondo Mundial para la Naturaleza. (2012). Planeta Vivo: Biodiversidad, biocapacidad, propuestas de futuro. In *Director* (Vol. 67). Retrieved from <http://www.ibcperu.org/doc/isis/13057.pdf>

Goel, R. K., Flora, J. R. V., & Chen, J. P. (2005). Flow Equalization and Neutralization. *Physicochemical Treatment Processes*, (November 2007), 21–45. <https://doi.org/10.1385/1-59259-820-x:021>

Graciela Scavone. (2000). *¿Por qué medir los Costos Ambientales?*

Ingraham, J. L., & Ingraham, Catherine A. Prentiss, Harriet. (1998). *Introduccion a la Microbiologia II.*

Lazo, E. (2017). Evaluación de la contaminación ambiental generada por efluentes industriales en el proceso productivo de una curtiembre de mediana capacidad del parque industrial de Rio Seco, Arequipa. *Universidad Nacional de San Agustín*. Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2413>

Ministerio de Energia y Minas. (2010). *Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos*.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, & Sedapal. (2009). *Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas*. 5–8.

Ministerio del Ambiente. (2008). DS N° 002-2008-MINAM: Aprueban los Estandares Nacionales de la Calidad Ambiental del Agua. *El Peruano*, pp. 377222–377227. Retrieved from http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/ds_002_2008_eca_agua.pdf

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2016). *Introducción a la Producción más Limpia*.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ONUDI. (2006). *Introducción a la Producción más Limpia. ONUDI-Manual de Producción Más Limpia*, 29. Retrieved from <https://goo.gl/uUtLCH>

Patiño, R., Suarez, J., Santamaria, J. C., Valero, G., & Diaz, E. (2016). *Temas de contabilidad de gestión*.

Sette Ramalho, R. (1996). *Tratamiento de Aguas Residuales*.

Vera, J. A. (2015). Mecanismo de producción más limpia: el reúso de aguas residuales en la actividad minera. *Vox Juris*, 30(2), 263–278.

Zhexembayeva, N. (2014). *La Estrategia del Océano Esquilmado: Cómo impulsar la innovación para adaptarse a la nueva economía circular*.

ANEXOS

Anexo 1: Valores Máximos Admisibles 1

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/l	A y G	100

Fuente: Diario Oficial del Bicentenario El Peruano

Anexo 2: Valores Máximos Admisibles 2

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/l	Al	10
Arsénico	mg/l	As	0.5
Boro	mg/l	B	4
Cadmio	mg/l	Cd	0.2
Cianuro	mg/l	CN-	1
Cobre	mg/l	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/l	Cr+6	0.5
Cromo total	mg/l	Cr	10
Manganeso	mg/l	Mn	4
Mercurio	mg/l	Hg	0.02
Níquel	mg/l	Ni	4
Plomo	mg/l	Pb	0.5
Sulfatos	mg/l	SO4-2	1000
Sulfuros	mg/l	S-2	5
Zinc	mg/l	Zn	10

Nitrógeno Amoniacal	mg/l	NH+4	80
Potencial Hidrógeno	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables	ml/l/h	S.S.	8.5
Temperatura	°C	T	<35

Fuente: Diario Oficial del Bicentenario El Peruano

Anexo 3: Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I)

El cálculo de Magnitud y Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA) son con respecto a la Tabla de CRI.

Tabla de CRI: Pesos relativos asignados

Criterios	Peso Relativo
W Intensidad	0.40
W Extensión	0.40
W Duración	0.20
W Magnitud	0.61
W Reversibilidad	0.22
W Riesgo	0.17

Fuente: (Buroz, 1994)

1. Generación de Ruido

Magnitud de Impacto Ambiental

$$M = \sum [I * W_I] + (E * W_E) + (D * W_D)$$

$$M = \sum [2 * 0.4] + (0 * 0.4) + (2 * 0.2)$$

$$M = 1.2$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$\mathbf{VIA} = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

$$\mathbf{VIA} = [2^{0.22} * w^{0.17} * 1.2^{0.6}]$$

$$\mathbf{VIA} = 1.46$$

2. Emisión de Olores

Magnitud de Impacto Ambiental

$$\mathbf{M} = \sum [I * W_I] + (E * W_E) + (D * W_D)$$

$$\mathbf{M} = \sum [2 * 0.4] + (0 * 0.4) + (2 * 0.2)$$

$$\mathbf{M} = 1.2$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$\mathbf{VIA} = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

$$\mathbf{VIA} = [2^{0.22} * 2^{0.17} * 1.2^{0.6}]$$

$$\mathbf{VIA} = 1.46$$

3. Consumo de Electricidad

Magnitud de Impacto Ambiental

$$\mathbf{M} = \sum [I * W_I] + (E * W_E) + (D * W_D)$$

$$\mathbf{M} = \sum [2 * 0.4] + (2 * 0.4) + (2 * 0.2)$$

$$\mathbf{M} = 2$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$\mathbf{VIA} = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

$$\mathbf{VIA} = [2^{0.22} * 2^{0.17} * 2^{0.6}]$$

$$\mathbf{VIA} = 1.98$$

4. Generación de Residuos Peligrosos

Magnitud de Impacto Ambiental

$$M = \sum[I*W_I] + (E*W_E) + (D*W_D)]$$

$$M=\sum[6*0.4) + (5*0.4) + (5*0.2)]$$

$$M= 5.4$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$VIA= [R^{WR}*RG^{WRG}*M^{WM}]$$

$$VIA= [2^{0.22}*5^{0.17}*5.4^{0.6}]$$

$$VIA= 4.2$$

5. Generación de Residuos No Peligrosos

Magnitud de Impacto Ambiental

$$M = \sum[I*W_I] + (E*W_E) + (D*W_D)]$$

$$M=\sum[6*0.4) + (5*0.4) + (2*0.2)]$$

$$M= 4.8$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$VIA= [R^{WR}*RG^{WRG}*M^{WM}]$$

$$VIA= [2^{0.22}*2^{0.17}*4.8^{0.6}]$$

$$VIA= 3.6$$

6. Excesivo Uso de Agua

Magnitud de Impacto Ambiental

$$M = \sum[I*W_I] + (E*W_E) + (D*W_D)]$$

$$M=\sum[7*0.4) + (6*0.4) + (5*0.2)]$$

$$M= 6.2$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$\mathbf{VIA} = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

$$\mathbf{VIA} = [5^{0.22} * 5^{0.17} * 6.2^{0.6}]$$

$$\mathbf{VIA} = 5.60$$

7. Vertimiento de Aguas Residuales

Magnitud de Impacto Ambiental

$$\mathbf{M} = \sum [I * W_I] + (E * W_E) + (D * W_D)$$

$$\mathbf{M} = \sum [7 * 0.4] + (7 * 0.4) + (5 * 0.2)$$

$$\mathbf{M} = 6.6$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$\mathbf{VIA} = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

$$\mathbf{VIA} = [7^{0.22} * 7^{0.17} * 6.6^{0.6}]$$

$$\mathbf{VIA} = 6.63$$

Anexo 4: Caracterización de Aguas Residuales de la Empresa Productora de Colapez

INFORME DE ENSAYO

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO-QUÍMICO

CÓDIGO INTERNO	NOMBRE DE LA MUESTRA	Potencia de Hidrógeno (PH)	Temperatura	Sólidos Totales Disueltos (TDS)
		Unidad de PH		°C	mg/L
AG19001045	EFLUENTE DE PRODUCCIÓN DE COLAPEZ	10,52	15	581

Fuente: Información recopilada en campo

Anexo 5: Caracterización de Aguas Residuales de la Empresa Productora de Colapez

INFORME DE ENSAYO

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO-QUÍMICO

CÓDIGO INTERNO	NOMBRE DE LA MUESTRA	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	Aceites y Grasas (Ay G)	Nitrógeno Amoniacal (N-NH₄)
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG19001045	EFLUENTE DE PRODUCCIÓN DE COLAPEZ	341	275	1.3	16.53



Fuente: Informe de Ensayo CORPLAB ALS

Anexo 6: Reactivos más Habituales en el Proceso de Neutralización

Resumen de propiedades para reactivos habituales de neutralización							
Propiedad	Carbonato de Calcio (CaCO₃)	Hidróxido de Calcio (Ca(OH)₂)	Óxido de Calcio (CaO)	Ácido Hidroclorhídrico (HCl)	Carbonato de Sodio (Na₂CO₃)	Hidróxido de Sodio (NaOH)	Ácido Sulfúrico (H₂SO₄)
Forma disponible	Polvo Triturado	Polvo, grado	Masa, grano, molido	Líquido	Polvo	Lentejas, escamas, líquido	Líquido
Trasporte	Saco, barril, a granel	Saco (50 lb), a granel	Saco (80 lb), barril, a granel	Barril, tambor, a granel	Saco (100 lb), a granel	Tambor (735, 100, 450 lb)	Garrafa, tambor (825lb), a granel
Densidad Bruta lb/ft ³	Polvo 48 a 71; triturado 70 a 100	25 a 50	40 a 70	27.9%, 0.53 lb/gal, 31.45%, 9.65 lb/gal	34 a 62	Varios	106,114

Riqueza comercial	-----	Normal 13% Ca(OH) ₂	75 a 99% normal 90% CaO	27.9%, 31.45%, 35.2%	99.2%	98%	60° Be, 77% 66° Be, 93.2%
Solubilidad en agua (lb/gal)	Casi insoluble	Casi insoluble	Casi insoluble	Completa	0.58 32°F 1.04 50°F 1.79 68°F 3.33 86°F	3.5 32°F 4.3 50°F 9.1 68°F 92 86°F	Completa
Forma de alimentación	Lechada seca en lecho fijo	Seco o lechada	Seco o lechada (Ca(OH) ₂)	Líquido	Seco, líquido	Disolución	Líquido
Tipo de alimentación	Bomba volumétrica	Bomba dosificadora volumétrica	Seco: B. Volumétrica Lechada: B. Centrífuga	Bomba dosificadora	Alimentador volumétrico, bomba dosificadores	Bomba dosificadora	Bomba dosificadora
Equipamiento	Tanque de lechada	Tanque de lechada	Tanque de lechada o mezclador	Tanque de dilución	Tanque de disolución	Tanque de solución	-----

Materiales adecuados para el manejo	Hierro, acero	Hierro, acero, plástico, manguera de goma	Hierro, acero, plástico, manguera de goma	Hastelloy A, materiales, plásticos y de goma específicos	Hierro, acero	Hierro, acero	-----
Comentarios	----	----	Sumin. Medios de limpieza de conducción	----	Puede cuajar	La disolución del sólido genera mucho calor	Sumin. Medios de limpieza y neutralizado de vertidos

Fuente: Eckenfelder, 2000

Anexo 7: Tabla de resistencias químicas según materiales

La siguiente tabla detalla la resistencia química por materiales, se presenta una leyenda previa:

Símbolo	Material
ABS	Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno
CPVC	Policloruro de vinilo clorado
EPDM	Etileno- Policloruro- Polimero
EVA	Etileno-Vinilo-Acetato
FPM	Caucho Flourado
NBR	Caucho Nitrilo
PEHD	Polietileno de alta densidad
PELD	Polietileno de baja densidad
POM	Polioximetileno
PP	Polipropileno
PTFE	Poli-Tetrafluor-Etileno
PVC	Policloruro de Vinilo

Símbolo	Significado
S	El fluido tiene poco o ningún efecto
L	El fluido tiene un efecto leve o moderado
N	El fluido tiene efecto fuerte
P	No tiene datos- Parece ser Compatible
D	No tiene datos- Probablemente No Compatible

MEDIO	PVC
Ácido Sulfúrico al 10%	S

Fuente: Artículo referencial “La Degradación de Plásticos”

Anexo 8: Ecuación de Bernoulli para hallar la potencia de bomba apropiada

Datos Generales

Temperatura del medio (T_0) = 15°C

Presión atmosférica en Arequipa (P) = 77 KPa

Longitud de la Tubería (LTub) = 47m

Diametro de tubería en pulgadas (D) = 1.5 pulgadas

Volumen a llenar (V) = 9.3 m³

Tiempo de llenado en min (t) = 60 min

Densidad del fluido (ρ) = 1030 kg/ m³

Viscosidad dinámica H₂SO₄ (μ) = 0.028 kg/m*s

Resolución:

1. Caudal

$$Q = \frac{V}{\text{Tiempo}}$$

Ecuación 3: Caudal

Desarrollo

$$Q = \frac{9.3 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}}$$

$$Q = 0.002583 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

2. Área

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Ecuación 4: Área

Desarrollo

$$A = \frac{\pi * 0.0381^2}{4}$$

$$A = 0.001140 \text{ m}^2$$

3. Velocidad

$$V_e = \frac{Q}{A}$$

Ecuación 5: Velocidad

Desarrollo

$$V_e = \frac{0.00258}{0.001140}$$

$$V = 2.266 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

4. Reynolds

$$Re = \frac{\rho * D_i * V_e}{\mu}$$

Ecuación 6: Reynolds

Desarrollo

Para el cálculo de μ , donde la constante depende de la Temperatura (15°C), como muestra el **Anexo 10**, para la viscosidad se considera 1% de Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) y 99% de Agua, siendo calculada de la siguiente manera

$$\mu = 0.99 * \mu_{\text{agua}} + 0.01 * \mu_{\text{ac.suf}}$$

Ecuación 7: Viscosidad del fluido

$$\mu = 0.99 * 0.00113 + 0.01 * 0.028$$

$$\mu = 0.001406 \frac{\text{Kg}}{\text{m-s}}$$

Una vez calculada la densidad, se puede calcular Reynolds:

$$Re = \frac{1030 * 0.0381 * 2.266}{0.001406}$$

$$Re = 63\ 211$$

El $Re > 4000$, lo que indica que el flujo será turbulento

5. Factor de Fricción

$$F = \frac{1.325}{-\ln\left(\frac{e}{37D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)^2}$$

Ecuación 8: Factor de Fricción

Desarrollo

Para el cálculo de $\frac{e}{D}$, donde la constante **e** depende del material usado como muestra el **Anexo 8**.

$$F = \frac{1.325}{-\ln\left(\frac{3.94 \cdot 10^{-5}}{37} + \frac{5.74}{632110.9}\right)^2}$$

$$F = 0.017$$

6. Pérdidas de Carga por Fricción

$$hf = \frac{ve^2}{2g} * \left(F \frac{L}{Di}\right) + \sum Kcodo * Cantidad + \sum Kvc * Cantidad + \sum Ktee * Cantidad + \sum Kvb * Cantidad$$

Ecuación 9: Pérdidas de Carga por Fricción

Desarrollo

Para el cálculo de la constante **K**, depende del accesorio requerido como muestra en este caso se necesita: Cincos codos de 90°, una tee de salida bilateral, una válvula de ángulo abierta y válvula de globo abierta que se detalla en el **Anexo 9**.

$$hf = \frac{4.531^2}{2 * 9.8} * \left(0.017 \frac{47}{0.038}\right) + (5 * 0.9) + (10 * 3) + 1.8 + 5$$

$$hf = 59.32 \text{ m}$$

7. Carga Total de Bomba

$$Hb = h + \frac{ve^2}{2g} + hf$$

Ecuación 10: Carga Total de la Bomba

Desarrollo

$$H_b = 43 + \frac{4.531^2}{2 \cdot 9.81} + 65.25$$

$$H_b = 87.4 \text{ m}$$

8. Potencia de la Bomba

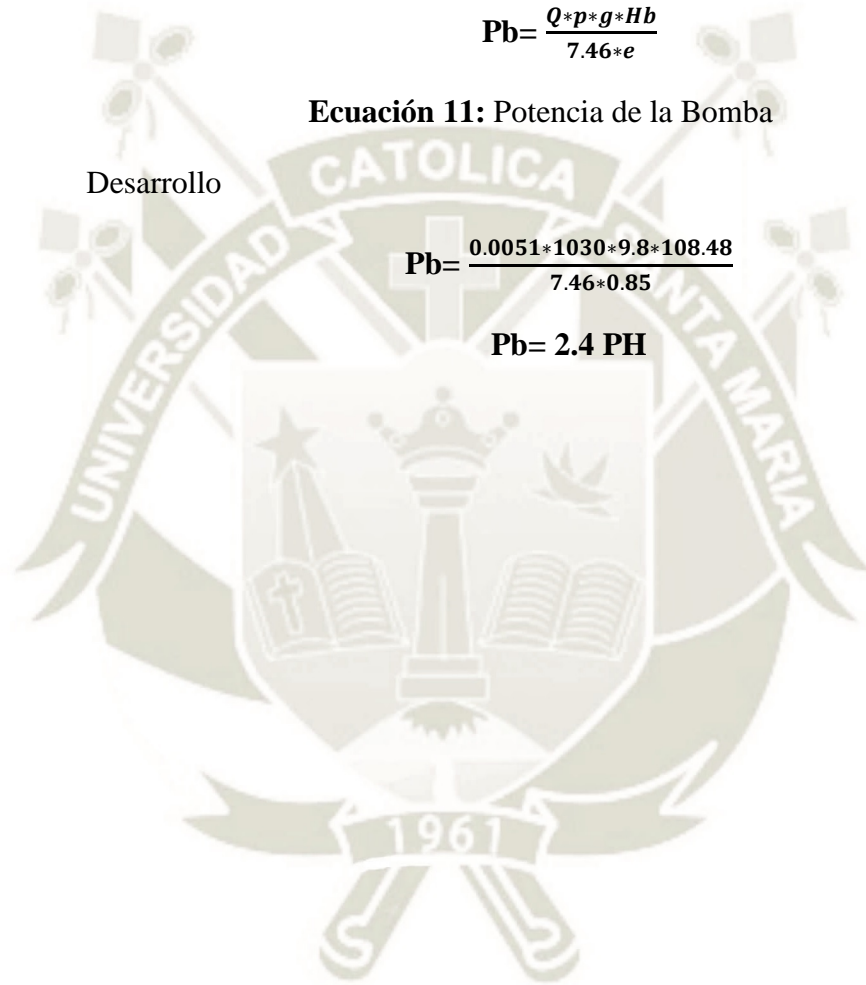
$$P_b = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H_b}{7.46 \cdot e}$$

Ecuación 11: Potencia de la Bomba

Desarrollo

$$P_b = \frac{0.0051 \cdot 1030 \cdot 9.8 \cdot 108.48}{7.46 \cdot 0.85}$$

$$P_b = 2.4 \text{ PH}$$



Anexo 9: Tabla de rugosidad absoluta de materiales

Material	E (mm)
Acero Comercial	0.0460
Fundición Asfaltada	0.1220
Hierro Forjado	0.0500
Hierro Fundido	0.2500
Hierro Galvanizado	0.1500
Madera Ensamblada	0.3050
PVC, Plástico, Cobre, Latón, Vidrio	0.0015

Fuente: Gilberto Sotelo Ávila, Hidráulica general Vol. 1 Editorial Limosa México, 1994.

Anexo 10: Valores del Coeficiente K de Aditamento

Aditamento	K
Ampliación gradual	0.3
Boquilla	2.8
Codo de 45°	0.4
Codo de 90°	0.9
Codo de Retorno	2.2
Entrada de Borda	1
Entrada normal tanque tubo	0.5
Medidor de agua	7
Medidor Venturi	2.5
Reducción gradual	0.2
Te de paso directo	0.6
Te de salida bilateral	1.8
Te de salida lateral	1.3
Válvula de ángulo abierta	5
Válvula de cheque de bisagra	2.5
Válvula de compuerta abierta	0.2
Válvula de compuerta abierta (1/2)	5.6
Válvula globo abierta	10

Válvula pie	1.8
-------------	-----

Fuente: Morris Henry M. Applied Hydraulics in Engineering. Jhon Wiley and Sos New York, 1992.

Anexo 11: Viscosidad dinámica del agua líquida a varias temperatura

Temperatura (C°)	Viscosidad dinámica Kg/(m*s)
0	0.001792
1	0.001731
2	0.001674
3	0.001620
4	0.001569
5	0.001520
6	0.001473
7	0.001429
8	0.001386
9	0.001346
10	0.001308
11	0.001271
12	0.001236
13	0.001202
14	0.001170
15	0.001139

Fuente: Eckenfelder, 2000

Anexo 12: Flujo de Caja Económica de Empresa Productora de Colapez

FLUJO DE CAJA ECONÓMICA MENSUAL						
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
INGRESOS POR VENTAS						
Ingreso por Ventas		S/84,600.00	S/84,600.00	S/84,600.00	S/84,600.00	S/84,600.00
EGRESOS						
Materia prima		S/30,491.20	S/29,603.11	S/28,740.88	S/2,960.31	S/3,049.12
Agua		S/2,360.00	S/2,387.96	S/2,416.76	S/2,446.42	S/2,515.53
Ácido Sulfúrico		S/430.46	S/430.46	S/430.46	S/430.46	S/430.46
Óxido de Calcio		S/2,354.10	S/2,354.10	S/2,354.10	S/2,354.10	S/2,354.10
Hidróxido de Amonio		S/134.52	S/134.52	S/134.52	S/134.52	S/134.52
Energía eléctrica		S/448.40	S/448.40	S/448.40	S/448.40	S/448.40
Gas		S/1,650.11	S/1,650.11	S/1,650.11	S/1,650.11	S/1,650.11
Transporte		S/179.36	S/179.36	S/179.36	S/179.36	S/179.36
Teléfono, Cable Internet		S/106.20	S/106.20	S/106.20	S/106.20	S/106.20
Servicio Mantenimiento		S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00
Servicio de Contabilidad		S/400.00	S/400.00	S/400.00	S/400.00	S/400.00
Útiles de Oficina		S/23.60	S/23.60	S/23.60	S/23.60	S/23.60
Sueldos y Aportaciones		S/23,030.00	S/23,720.90	S/24,432.53	S/25,165.50	S/25,920.47
PTAR	S/31,020.00					
Gastos Preliminares						
Pago del IGV		S/4,210.57	S/4,241.03	S/4,262.95	S/8,766.18	S/8,601.86
Total Egresos Caja	S/31,020.00	S/67,018.52	S/66,879.75	S/66,779.88	S/46,265.17	S/47,013.73

Flujo de Caja Operativo	-S/31,020.00	S/17,581.48	S/17,720.25	S/17,820.12	S/38,334.83	S/37,586.27
Periodo	0	1	2	3	4	5
Valor Actualizado	-S/31,020.00	S/15,288.24	S/13,399.05	S/11,717.02	S/21,918.06	S/18,687.02
Valor Acumulado		-S/15,731.7	-S/2,332.71	S/9,384.31	S/31,302.38	S/49,989.39

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54: Indicadores de Rentabilidad

VAN	S/43,469.04
TIR	61%

Fuente: Elaboración Propia

Artículo 2.- Incorporación de los artículos 13-A y 14-A al Reglamento de la Ley N° 29973, Ley General de la Persona con Discapacidad, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2014-MIMP.

Incorpórase los artículos 13-A y 14-A al Reglamento de la Ley N° 29973, Ley General de la Persona con Discapacidad, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2014-MIMP, quedando redactado de la siguiente manera:

“Artículo 13-A.- Supervisión de las condiciones de accesibilidad en los espacios públicos y privados de uso público con fines recreacionales y que cuenten con juegos infantiles.

El Consejo Nacional para la Integración de la Persona con Discapacidad – CONADIS supervisa el cumplimiento de las condiciones de accesibilidad en los espacios públicos y privados de uso público con fines recreacionales y que cuenten con juegos infantiles.

Ante el incumplimiento de las normas de accesibilidad respecto de edificaciones privadas, el CONADIS elabora y remite al Gobierno Local el informe técnico de supervisión, en un plazo de cinco (5) días hábiles, para su evaluación, y si fuera el caso, el inicio del procedimiento administrativo sancionador. Concluido dicho procedimiento, se comunica al CONADIS para que lo incorpore en el informe anual que remite al Congreso de la República.”

Artículo 14-A.- Cumplimiento de las normas de accesibilidad

(...)

Los gobiernos locales, en el marco de sus competencias, emiten las disposiciones necesarias para fiscalizar y sancionar el incumplimiento de las normas de accesibilidad en las edificaciones privadas ubicadas en sus jurisdicciones, considerando como circunstancia agravante cuando los espacios privados de acceso y uso público con fines recreacionales que cuenten con juegos infantiles no sean accesibles para niños, niñas y adolescentes con discapacidad”.

Artículo 3.- Financiamiento

La implementación de la presente norma se financia con cargo al presupuesto institucional de las entidades involucradas, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público.

Artículo 4.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, el Ministro de la Producción, la Ministra de Salud, el Ministro de Educación y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- DISPOSICIÓN NORMATIVA DE LOS GOBIERNOS LOCALES

Los gobiernos locales, en un plazo de noventa (90) días hábiles, establecen las disposiciones normativas necesarias para la fiscalización de las edificaciones privadas y su correspondiente sanción por el incumplimiento de las normas de accesibilidad, adecuación urbanística y arquitectónica para las personas con discapacidad.

Segunda.- CRITERIOS DE ACCESIBILIDAD Y DISEÑO UNIVERSAL

El Instituto Nacional de la Calidad – INACAL, en coordinación con el CONADIS, en un plazo de ciento ochenta (180) días hábiles, contados a partir del día siguiente de la publicación del presente Decreto Supremo, emite la Norma Técnica que contiene los requisitos técnicos para los juegos infantiles ubicados en los espacios públicos y privados de uso público con fines recreacionales para los niños, niñas y adolescentes con discapacidad, considerando criterios de accesibilidad y de diseño universal, garantizando

Tercera.- INFORME ANUAL AL CONGRESO DE LA REPÚBLICA

El Presidente del Consejo Nacional para la Integración de la Persona con Discapacidad remite el informe sobre el cumplimiento de la Ley N° 30603, Ley que garantiza el derecho al juego y la accesibilidad urbana para niños, niñas y adolescentes con discapacidad a la Comisión de Inclusión Social y Personas con Discapacidad del Congreso de la República, en el marco del Día Nacional de la Persona con Discapacidad.

Cuarta.- ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA NACIONAL

El Ministerio de Salud, el Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, a través del CONADIS; y en coordinación con los gobiernos regionales, en un plazo de ciento ochenta (180) días hábiles, elaboran una Estrategia Nacional Multianual para promover el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías de apoyo, dispositivos y ayudas compensatorias.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los nueve días del mes de marzo del año dos mil diecinueve.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO

Presidente de la República

DANIEL ALFARO PAREDES

Ministro de Educación

ANA MARÍA MENDIETA TREFOGLI

Ministra de la Mujer y Poblaciones Vulnerables

RAÚL PÉREZ-REYES ESPEJO

Ministro de la Producción

ELIZABETH ZULEMA TOMÁS GONZÁLES

Ministra de Salud

JAVIER PIQUÉ DEL POZO

Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

1748339-2

VIVIENDA, CONSTRUCCION Y
SANEAMIENTO

Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario

DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

que, el artículo 6 de la Ley N° 30156, Ley de Organización y funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en concordancia con el artículo 5 del Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, establece que este Ministerio es el Ente rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, las cuales son de obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno en el marco del proceso de descentralización, y en todo el territorio nacional;

que, el artículo 25 del citado Decreto Legislativo, establece la prohibición de descargar en las redes de alcantarillado sanitario, sustancias o elementos extraños que contravengan las normas vigentes sobre la calidad de los efluentes; para ello, los usuarios del servicio de



alcantarillado sanitario tienen prohibido descargar al sistema de alcantarillado sanitario, aguas residuales no domésticas que excedan los Valores Máximos Admisibles de los parámetros que establezca el Ente rector, excepto aquellos parámetros en los que el usuario no doméstico efectúe el pago adicional por exceso de concentración, conforme lo determinen las normas sectoriales y las normas de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. La contravención o incumplimiento de esta disposición ocasiona la suspensión de los servicios de saneamiento;

que, mediante Decreto Supremo N° 021-2009- VIVIENDA se aprobaron los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento; garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales; que, mediante Decreto Supremo N° 003-2011- VIVIENDA, modificado por los Decretos Supremos N° 010-2012-VIVIENDA y N° 001-2015-VIVIENDA, se aprobó el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, con el objeto de regular los procedimientos para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario;

que, durante el proceso de implementación de los Valores Máximos Admisibles se ha identificado la necesidad de emitir un nuevo Reglamento que establezca el procedimiento para el adecuado cumplimiento de sus disposiciones, con el propósito de adecuarlas al marco normativo sectorial y a la realidad del país, de forma tal que permita a los prestadores de los servicios de saneamiento efectuar una apropiada implementación;

De conformidad con lo dispuesto por el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, el Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento; la Ley N° 30156, Ley de Organización y funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; su Reglamento de Organización y funciones, aprobado por Decreto Supremo N° 010- 2014-VIVIENDA, modificado por Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA; y, el Reglamento que establece disposiciones relativas a la Publicidad, Publicación de Proyectos Normativos y Difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JuS;

DECRETA:

Artículo 1.- Aprobación

Apruébese el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, los cuales forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- Publicación

Dispóngase la publicación del presente Decreto Supremo, del Reglamento y sus anexos, en el diario oficial El Peruano, y la difusión en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe), el mismo día de su publicación.

Artículo 3.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA FINAL

Única. - Aplicación de la norma

Los actos administrativos que hayan iniciado antes de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo se rigen por lo establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos. A partir del Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA,

Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA y su modificatoria, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario, hasta su conclusión; salvo que las disposiciones del Reglamento aprobado con el presente Decreto Supremo le resulten más favorables al administrado.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA

Única. - Derogación

Derógase los siguientes dispositivos legales:

1. El Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos; así como, sus disposiciones modificatorias.
2. El Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, que aprueba el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario; así como, sus disposiciones modificatorias.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los nueve días del mes de marzo del año dos mil diecinueve.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO

Presidente de la República

JAVIER PIQUÉ DEL POZO

Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

REGLAMENTO DE VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

TÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- Objeto

El presente Reglamento tiene por objeto establecer los parámetros de los Valores Máximos Admisibles (VMA) y regular el procedimiento para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

Artículo 2.- Finalidad

El presente Reglamento tiene por finalidad preservar las instalaciones, la infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos de los servicios de alcantarillado sanitario e incentivar el tratamiento de las aguas residuales para disposición o reúso, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales; así como, la disminución del riesgo sobre el personal del prestador de los servicios de saneamiento que tenga contacto con las descargas de aguas residuales no domésticas.

Artículo 3.- Ámbito de aplicación

El presente Reglamento es de obligatorio cumplimiento por parte de los usuarios No Domésticos (uND) que efectúan descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario bajo el ámbito de los prestadores de los servicios de saneamiento a nivel nacional. Asimismo, su cumplimiento es exigible por los prestadores de servicios de saneamiento.

Artículo 4.- Definiciones

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento se tiene en cuenta las definiciones siguientes:

1. **Agua residual no doméstica:** Descarga de líquidos producidos por alguna actividad económica comercial e industrial, distinta a la generada por los usuarios



domésticos, quienes descargan aguas residuales domésticas como producto de la preparación de alimentos, del aseo personal y de desechos fisiológicos.

2. Balance hídrico: Equilibrio del recurso hídrico entre lo que ingresa (afluente) y sale (efluente) en las instalaciones del uND, representado por un esquema general del recurso hídrico empleado en el proceso productivo o actividad económica, en un intervalo de tiempo determinado.

3. Caso fortuito o fuerza mayor: Causa no imputable, consistente en un evento extraordinario, imprevisible e irresistible, que impide la ejecución de la obligación o determina su cumplimiento parcial, tardío o defectuoso.

4. Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU): Clasificación internacional de referencia de las actividades económicas productivas, para facilitar un conjunto de categorías de actividad que pueda utilizarse para la elaboración de estadísticas por actividades.

5. Contramuestra: Muestra adicional que se toma en la misma oportunidad y bajo los mismos criterios que la muestra original a ser analizada.

6. Dirimencia: Procedimiento técnico iniciado a pedido de parte, sea por el interesado o su representante, a fin que, un laboratorio acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), realice un nuevo análisis de la muestra en custodia, por no estar de acuerdo con los resultados emitidos por el laboratorio acreditado.

7. Laboratorio acreditado: Laboratorio que ha obtenido el Certificado de Acreditación otorgado por el Inacal, para realizar el análisis de aguas residuales en los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.

8. Muestra de parte: Muestra puntual realizada a través de laboratorio acreditado ante el Inacal, por cuenta y costo del uND, sin previo requerimiento, de forma voluntaria y bajo los procedimientos, criterios y disposiciones establecidos por el organismo competente.

9. Muestra dirimente: Muestra puntual tomada en la misma oportunidad que la muestra original a ser analizada y la contramuestra, bajo los mismos criterios, para analizar y/o compararla en el caso que existan eventuales reclamos sobre la validez de los resultados de la muestra, de acuerdo a lo dispuesto en el procedimiento de resolución de quejas establecido por el Inacal.

La muestra dirimente aplica a los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, a excepción de los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sulfuros (S²⁻), Nitrógeno Amónico (NH⁴⁺), Potencial hidrógeno (ph), Sólidos Sedimentables (SS) y Temperatura (T).

10. Muestra inopinada: Muestra puntual tomada por un laboratorio acreditado ante el Inacal, a solicitud y en presencia del representante del prestador de los servicios de saneamiento y sin previo aviso al uND. Para su realización no es necesario contar con la presencia del uND o de su representante.

11. Muestra puntual: Muestra original tomada al azar de la descarga de agua residual no doméstica del uND, que se utiliza para evaluar todos los parámetros contenidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.

12. Pago adicional por exceso de concentración: Pago que debe ser requerido por el prestador de los servicios de saneamiento y que es aplicado a los uND, cuando superen los Valores Máximos Admisibles (VMA) establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, en base a la metodología elaborada y aprobada por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass).

13. Prestador de los servicios de saneamiento: Persona jurídica constituida según las disposiciones establecidas en la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, aprobada con el Decreto Legislativo N° 1280 (Ley Marco) y su Reglamento, aprobado por el Decreto Supremo N° 019-2017-VIVIENDA, cuyo objeto es prestar los servicios de saneamiento a usuarios, a cambio de la contraprestación correspondiente, en cuyo ámbito de responsabilidad existen servicios de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para disposición final y reúso.

14. Punto de toma de muestra: Debe ser un punto o dispositivo similar de la conexión domiciliar de alcantarillado sanitario, ubicada fuera del predio, para descargas de aguas residuales no domésticas, en el que se realiza la toma de muestra de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 y N° 2 del presente Reglamento y de ser necesario la medición del caudal.

15. Reclamo: Derecho de contradicción del que goza todo uND, cuando surge una controversia entre este y el prestador de los servicios de saneamiento, respecto a la aplicación del presente Reglamento y/o normas conexas.

16. Registro de Usuario No Doméstico: Base de datos implementada por el prestador de los servicios de saneamiento, en la que se identifican, clasifican y registran a los uND del servicio de alcantarillado sanitario, con información sobre la ubicación de punto de toma de muestra, características de las aguas residuales no domésticas, entre otros datos requeridos por el prestador de servicios de saneamiento.

17. Subcontratación: Mecanismo a través del cual aquel laboratorio que encontrándose acreditado ante el Inacal para realizar el análisis de aguas residuales en alguno de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento y no alcanza la totalidad de estos, subcontrata a otro laboratorio acreditado ante el Inacal para que realice el análisis de aguas residuales respecto de aquellos parámetros en los que el laboratorio subcontratante se encuentra en proceso de acreditación. El muestreo debe ser realizado por el laboratorio acreditado que efectúe el análisis por el cual fue subcontratado.

18. Usuario No Doméstico (UND): Persona natural o jurídica que realiza descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario.

19. Valores Máximos Admisibles (VMA): Es la concentración de los parámetros, establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, contenidos en las descargas de las aguas residuales no domésticas a descargar en los sistemas de alcantarillado sanitario y que puede influenciar negativamente en los procesos de tratamiento de las aguas residuales, al exceder dichos valores.

TÍTULO II

GESTIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS

CAPÍTULO I

DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS PRESTADORES DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO

Artículo 5.- Derechos de los prestadores de los servicios de saneamiento.

1. Efectuar la toma de muestra inopinada y análisis del efluente residual generado por el UND, a través de un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), considerando la actividad económica que desarrolla, las cuales se encuentran establecidas en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA. En caso la actividad económica del uND no se encuentre comprendida en el Anexo de la Resolución Ministerial antes citada, el prestador de los servicios de saneamiento, previa evaluación técnica y el informe técnico que lo sustente, efectúa la toma de muestra inopinada y análisis de todos los parámetros del Anexo N° 1, y de algunos o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento.

2. Participar en la toma de muestra de parte, programada por el uND.

3. Proponer al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) la modificación y/o actualización de los parámetros contenidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Dicha propuesta debe encontrarse sustentada con estudios de caracterización de los



diferentes tipos de descargas no domésticas, además de otros documentos que el MVCS considere necesarios.

Artículo 6.- Obligaciones de los prestadores de los servicios de saneamiento

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento están obligados a:

1. Identificar, registrar y asignar un Código al UND.
2. Otorgar la factibilidad de servicios a los UND, siempre que cumpla con las condiciones técnicas necesarias para el cumplimiento de los VMA.
3. Cumplir con realizar el porcentaje de toma de muestra inopinada a los UND, consignado en el Registro de UND, de acuerdo a lo establecido con el artículo 23 del presente Reglamento.
4. Monitorear la concentración de parámetros de descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, a través de laboratorios acreditados ante el Inacal, para realizar los análisis de aguas residuales en los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.
5. Solicitar la realización de la dirimencia a través de un laboratorio acreditado por el Inacal.
6. Pagar el importe correspondiente a la toma de muestra inopinada, análisis y cualquier otro gasto relacionado a la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal, siempre que el valor del(los) parámetro(s) analizado(s) no sobrepase los VMA. En caso de sobrepasar los VMA de uno o más parámetros, el UND asume el importe de la toma de muestra inopinada y del análisis de dichos parámetros, así como el costo proporcional adicional, de los parámetros que sobrepasen, por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.
7. Realizar el cobro a los UND respecto a: i) el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento; ii) el costo de la instalación nueva o la reubicación de la caja de registro o dispositivo similar de la conexión domiciliaria para aguas residuales no domésticas; y, iii) los costos establecidos en el artículo 27 del presente Reglamento, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.
8. Destinar los recursos recaudados, en el marco del cumplimiento del presente Reglamento, en la implementación de los VMA y en la mejora de la infraestructura de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para disposición final o reúso.
9. Suspender temporalmente los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario por: i) el incumplimiento del Pago adicional por exceso de concentración de alguno de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento; ii) exceder los VMA de algún parámetro del Anexo N° 2 del presente Reglamento; y, iii) los demás casos que establezca el presente Reglamento. El prestador de los servicios de saneamiento, comunica a la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el incumplimiento del UND al presente Reglamento, para que esta evalúe la cancelación de la licencia de uso.
10. Rehabilitar los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, previo pago de los importes pendientes por exceso de concentración de alguno de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 y/o la verificación del cumplimiento de los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento; y la verificación de la instalación y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que permitan cumplir con los parámetros de los VMA, y en los casos que establezca el presente Reglamento. La Sunass establece el plazo y el procedimiento para que el prestador de los servicios de saneamiento rehabilite los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.
11. Suspender el cobro del pago adicional por exceso de concentración de alguno de los parámetros del Anexo N° 1 del presente Reglamento, mediante los resultados de un laboratorio acreditado por el Inacal, la verificación de la instalación y operación del sistema de

tratamiento de aguas residuales no domésticas y la implementación de mejoras en los procesos productivos, que permitan cumplir con los parámetros de los VMA.

12. Comunicar a los UND las modificaciones y actualizaciones realizadas al marco normativo aplicable a los VMA, así como efectuar periódicamente campañas de sensibilización entre sus usuarios.
13. Evaluar si procede exonerar, temporalmente, al UND del pago adicional por exceso de concentración de parámetros o de la suspensión temporal de los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando las descargas de aguas residuales no domésticas superen los VMA por caso fortuito o fuerza mayor.
14. Presentar anualmente a la Sunass, con copia a la Dirección de Saneamiento de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento del MVCS, durante el primer trimestre de cada año, un informe sobre el proceso de implementación del marco normativo aplicable a los VMA y el grado de cumplimiento por parte de los UND.
15. Evaluar si procede el otorgamiento del plazo adicional solicitado por el UND para ejecutar las acciones de mejora para el cumplimiento de los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento.
16. Revisar, verificar y determinar la ubicación, acceso y características técnicas del punto de toma de muestra de las descargas de aguas residuales no domésticas.
17. Instalar, reubicar o reponer, la conexión domiciliaria de alcantarillado sanitario del UND o punto de toma de muestra en la parte exterior del predio, a efectos de realizar las descargas de aguas residuales no domésticas.
18. Presenciar la toma de muestra inopinada y participar en dicha diligencia, de acuerdo a lo señalado en los artículos 23, 24 y 25 del presente Reglamento.
19. Levantar y suscribir, a través de su personal debidamente acreditado, el Acta de inspección y el Acta de toma de muestra inopinada, conforme a los formatos de los Anexos N° 3 y N° 4 del presente Reglamento, respectivamente.
20. Cumplir con las disposiciones establecidas en las normas aprobadas por la Sunass.
21. Cumplir con las demás obligaciones establecidas en el presente Reglamento, así como con las disposiciones sectoriales que se emitan para regular el cumplimiento de los VMA.

CAPÍTULO II

DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS NO DOMÉSTICOS

Artículo 7.- Derechos de los UND

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los UND, tienen derecho a:

1. Recibir información sobre el marco normativo aplicable a los VMA, así como de sus modificaciones y actualizaciones.
2. Solicitar la exoneración del pago adicional por exceso de concentración de los parámetros o la suspensión temporal del servicio de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando por caso fortuito o fuerza mayor la descarga de agua residual no doméstica en el sistema de alcantarillado sanitario exceda los VMA, de acuerdo con el procedimiento establecido en el presente Reglamento.
3. Presenciar la toma de muestra inopinada y participar de dicha diligencia, así como suscribir el Acta de toma de muestra inopinada, según el formato aprobado en el Anexo N° 4 del presente Reglamento.
4. Solicitar la realización de la dirimencia a través de un laboratorio acreditado por el Inacal.
5. Presentar reclamos, en caso consideren que se ha vulnerado alguno de sus derechos, de acuerdo a los procedimientos que para tal fin apruebe la Sunass.
6. Solicitar por escrito y por única vez al prestador de los servicios de saneamiento, el otorgamiento de un plazo para implementar acciones de mejora destinadas a la adecuación sus descargas no domésticas a los VMA, en los casos establecidos en el inciso 2 del párrafo 27.1 del artículo 27 del presente Reglamento.



Artículo 8.- Obligaciones de los UND

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los UND que descargan aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario, están obligados a:

1. Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales y/o las modificaciones del proceso productivo, cuando sus descargas excedan los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, para lo cual deben elaborar y presentar al prestador de los servicios de saneamiento, en la oportunidad que establezca el presente Reglamento, un diagrama de flujo de los procesos unitarios que involucra el tratamiento realizado al agua residual no doméstica y/o las modificaciones del proceso productivo.
2. Elaborar y presentar, en la oportunidad que establezca el presente Reglamento, un balance hídrico del proceso productivo o actividad económica que realiza, mediante un esquema general en el que se incluya el sistema de tratamiento de las aguas residuales no domésticas y la ubicación del punto de toma de muestra.
3. Brindar todas las facilidades, accesos e ingresos necesarios para que el personal debidamente acreditado por el prestador de los servicios de saneamiento efectúe la inspección necesaria para verificar el cumplimiento de los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.
4. Pagar el costo de la conexión domiciliaria, instalación nueva, reubicación o reposición, al exterior del predio, a través del recibo de pago emitido por el prestador de los servicios de saneamiento, de acuerdo a las disposiciones para dicho fin apruebe la Sunass.
5. Informar al prestador de los servicios de saneamiento, cuando la descarga de sus aguas residuales no domésticas presente alguna modificación derivada de la ampliación o variación de las actividades que realiza el uND, dentro de un plazo que no debe exceder los quince (15) días hábiles, contados desde la ampliación o variación de sus actividades.
6. No suspender, diluir y/o regular, de cualquier forma, el flujo de sus descargas de aguas residuales no domésticas antes, durante o después de la toma de muestra inopinada, realizada por el personal del laboratorio acreditado por el Inacal.
7. Pagar el importe correspondiente a la toma de muestra inopinada, análisis y cualquier otro gasto relacionado a la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal, siempre que el valor del(los) parámetro(s) analizado(s) sobrepase los VMA. En caso de no sobrepasar los VMA de uno o más parámetros, el prestador de los servicios de saneamiento asume el importe de la toma de muestra y del análisis de dicho(s) parámetro(s), así como el costo proporcional adicional por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.
8. Efectuar el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, de acuerdo a la metodología elaborada y aprobada por la Sunass y lo previsto en el artículo 26 del presente Reglamento.
9. Cumplir con las normas sectoriales que se emitan para la regulación de la aplicación de los VMA.

CAPÍTULO III SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE

SERVICIOS DE SANEAMIENTO

Artículo 9.- Del pago adicional por exceso de concentración en la descarga de aguas residuales no domésticas

- 9.1. La Sunass, elabora y aprueba la metodología para determinar el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros fijados en el Anexo N° 1 del presente Reglamento.
- 9.2. Los prestadores de los servicios de saneamiento en aplicación de la metodología mencionada en el párrafo precedente, por el exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, cuando verifiquen el exceso de los VMA.

Artículo 10.- De la implementación, control y cumplimiento de los VMA

- 10.1. La Sunass, como parte de su función normativa, supervisora y fiscalizadora, incorpora y supervisa el cumplimiento de los VMA en sus respectivos Reglamentos, aprobados mediante Resolución de Consejo Directivo.
- 10.2. Adicionalmente, el prestador de los servicios de saneamiento presenta, como mínimo una vez al año y dentro del primer trimestre de cada año, un informe que contenga las actividades de implementación y control de los VMA y debe dar cuenta de las inversiones y costos de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales hasta su disposición final o reúso, efectuadas en aplicación de lo establecido en el inciso 8 del artículo 6 del presente Reglamento.
- 10.3. Acorde con lo dispuesto en la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos y su modificatoria, la Sunass se encuentra facultada para tipificar infracciones y sanciones aplicables a los prestadores de los servicios de saneamiento por el incumplimiento de las obligaciones detalladas en el presente Reglamento y las normas complementarias.

CAPÍTULO IV LABORATORIOS

ACREDITADOS

Artículo 11.- Acreditación del laboratorio

- 11.1. Los laboratorios acreditados por el Inacal están facultados a efectuar la toma de muestra y el análisis de las descargas de aguas residuales no domésticas, a fin de verificar el cumplimiento de los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Para dicho fin, deben obtener el certificado de acreditación emitido por la Dirección de Acreditación del Inacal.
- 11.2. Excepcionalmente, la subcontratación de laboratorios acreditados es permitida en: i) casos justificados sustentados por el laboratorio acreditado, evaluado y aceptado por el Inacal; y/o, ii) cuando el laboratorio subcontratante se encuentre en proceso de acreditación ante el Inacal respecto del(los) parámetro(s) que pretenda subcontratar, y que este proceso no se encuentre interrumpido por causas imputables al laboratorio. En los casos de subcontratación, el muestreo y análisis son realizados por el laboratorio acreditado subcontratado, sin excepción.

Artículo 12.- Toma de muestras

- 12.1. Los laboratorios acreditados por el Inacal son responsables de efectuar la toma de muestra puntual y de efectuar el análisis de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, en las descargas de aguas residuales no domésticas, cumpliendo lo dispuesto en la Norma Técnica Peruana NTP 214.060.2016 "AGUAS RESIDUALES. Protocolo de muestreo de aguas residuales no domésticas que se descargan en la red de alcantarillado", en tanto no se contraonga con el presente Reglamento.
- 12.2. Los laboratorios acreditados ante el Inacal están obligados a informar al uND y al prestador de los servicios de saneamiento que contraten sus servicios, sobre la facultad de estos a solicitar la dirimencia, sus alcances y costos, así como la obligación de los laboratorios a tomar la muestra dirimente. Esta información es comunicada antes y durante la realización de la toma de muestra de parte o inopinada.

TÍTULO III

VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES CAPÍTULO I DE LAS DESCARGAS

Artículo 13.- Descargas permitidas

- 13.1. Está permitida la descarga directa de aguas residuales no domésticas realizadas por el uND en el

sistema de alcantarillado sanitario, siempre que estas no excedan los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Estas descargas no demandan el pago adicional o la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

13.2. Los uND cuyas descargas sobrepasen los VMA contenidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, efectúan el pago adicional por exceso de concentración, conforme a las disposiciones establecidas por la Sunass.

Artículo 14.- Descargas prohibidas

14.1. Los uND están prohibidos de descargar aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario que sobrepasen los VMA establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento.

14.2. Está prohibido descargar, verter, arrojar o introducir, directa o indirectamente, al sistema de alcantarillado sanitario:

1. Residuos sólidos, líquidos, gases o vapores, o la mezcla de estos.
2. Sustancias inflamables, radioactivas, explosivas, corrosivas, tóxicas y/o venenosas.
3. Gases procedentes de escapes de motores de cualquier tipo.
4. Disolventes orgánicos y pinturas, cualquiera sea su proporción y cantidad.
5. Carburo cálcico y otras sustancias sólidas potencialmente peligrosas, tales como hidruros, peróxidos, cloratos, percloratos, bromatos y sus derivados.
6. Materias colorantes.
7. Agua salobre.
8. Residuos que generen gases nocivos.
9. Otros que establezca la normativa sectorial.

CAPÍTULO II SUSPENSIÓN DEL SERVICIO

Artículo 15.- Suspensión temporal del servicio

15.1. Los prestadores de los servicios de saneamiento, suspenden temporalmente el servicio de agua potable y de alcantarillado sanitario ante el incumplimiento, por parte del uND, de las obligaciones contenidas en los incisos 2, 4, 6, 7 y 8 del artículo 8, en el artículo 14, en el párrafo 19.4 del artículo 19, en el párrafo 25.2 del artículo 25, en el artículo 27 y en el artículo 31 del presente Reglamento, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal que apruebe la Sunass.

15.2. En caso el uND cuente con fuente de agua propia, autorizada por la autoridad competente, el prestador de los servicios de saneamiento informa a la ANA y a la Sunass, para que efectúen las acciones y medidas necesarias a fin de suspender dicha autorización.

Artículo 16.- Suspensión definitiva del servicio

16.1. Los prestadores de los servicios de saneamiento suspenden definitivamente los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando encontrándose suspendidos temporalmente dichos servicios, el uND, realice alguna de las siguientes acciones:

1. Se conecte clandestinamente a las redes del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.
2. Rehabilita la conexión del sistema de agua potable y/o alcantarillado sanitario suspendido sin autorización del prestador de los servicios de saneamiento.

16.2. La verificación, por parte del prestador de los servicios de saneamiento, de cualquiera de las acciones de suspensión definitiva, debe ser efectuada por el levantamiento físico de las conexiones de agua potable y alcantarillado sanitario, en la condición como uND, la cual debe ser efectuada por el prestador

de los servicios de saneamiento, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.

Artículo 17.- Del cobro adicional por exceso de concentración

17.1. Cuando el prestador de los servicios de saneamiento verifique que el UND excede uno o más parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, efectúa, en el recibo del servicio de saneamiento, el cobro correspondiente a los siguientes conceptos:

1. Exceso de concentración de los parámetros que superen los VMA, de acuerdo a la metodología elaborada y aprobada por la Sunass.
2. El importe de la toma de muestra inopinada y análisis de dichos parámetros, así como el costo proporcional adicional, respecto a la cantidad de los parámetros que sobrepasan, por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.

17.2. La Sunass aprueba las normas complementarias correspondientes para tal efecto, precisando, entre otros, las disposiciones referidas a las fechas de pago, conceptos facturables y falta de entrega del recibo.

CAPÍTULO III INSPECCIÓN

Artículo 18.- Inspección

18.1. La inspección que debe efectuar los prestadores de los servicios de saneamiento, sin ser limitativo, se realiza con la finalidad de:

1. Determinar la ubicación del punto de toma de muestra del uND.
2. Verificar el estado del punto de toma de muestra del uND.
3. Verificar la implementación y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o las modificaciones al proceso productivo para adecuar las descargas que superan los VMA.
4. Efectuar la toma de muestra de parte y el análisis, a través de un laboratorio acreditado por el Inacal, de los parámetros correspondientes, de acuerdo a la actividad económica establecida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA, o en su defecto de lo dispuesto en el inciso 1 del artículo 5 del presente Reglamento.

18.2. La inspección, para la ejecución del inciso 3 del párrafo precedente, es de carácter inopinado y reservado, no requiere comunicación previa al uND.

18.3. La inspección, para la ejecución de los incisos 1 y 2 del párrafo precedente, requiere comunicación previa al uND. Dicha comunicación se realiza con cinco (5) días previos a la inspección a las instalaciones del uND.

18.4. La inspección para la toma de muestra de parte y el análisis establecido en el inciso 4 del párrafo 18.1 del presente artículo, requiere comunicación previa al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, para que, de considerarlo necesario, participe en ella, conforme lo dispone el artículo 26 del presente Reglamento, en lo que le corresponda.

18.5. La programación y ejecución de la inspección es responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento.

18.6. Los uND están facultados a presenciar y participar en la inspección, directamente o a través de un representante con la obligación de facilitar al personal del prestador de los servicios de saneamiento y al laboratorio acreditado por el Inacal, la realización de dicha diligencia. La ausencia del uND o de su representante, no constituye impedimento para realizar la inspección, tampoco la invalida.

18.7. Realizada la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento elabora el Acta de inspección correspondiente.

18.8. El personal del prestador de los servicios de saneamiento está facultado a utilizar cualquier medio fehaciente complementario, que permita corroborar el lugar, fecha, hora y condiciones físicas en que se realiza la inspección.

Artículo 19.- Acta de inspección

19.1. El Acta de inspección a ser utilizada por el prestador de los servicios de saneamiento es el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

19.2. Durante el desarrollo de la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento solicita, bajo responsabilidad, al uND, la presentación del diagrama de flujo y balance hídrico a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente el sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales.

19.3. La información detallada en el párrafo precedente se adjunta al Acta de inspección, la misma que puede ser suscrita por el uND o su representante y el personal del prestador de los servicios de saneamiento. En caso el uND o su representante se niegue a suscribir el Acta de inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento procede a consignar dicho hecho, el cual de ninguna manera invalida el Acta. una copia del acta es entregada al uND o a su representante.

19.4. La falta de presentación del diagrama de flujo y balance hídrico, no invalida el Acta de inspección. Sin perjuicio de ello, los prestadores de los servicios de saneamiento pueden otorgar al uND un plazo máximo de treinta (30) días hábiles, contados a partir del día siguiente de requerido, a efectos que este cumpla con presentarlos. El incumplimiento de este plazo determina la suspensión temporal establecida en el artículo 15 del presente Reglamento.

19.5. Durante el desarrollo de la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento puede además, requerir la información que considere necesaria que le permita actualizar los datos de uND.

CAPÍTULO IV

DEL REGISTRO Y/O ACTUALIZACIÓN DEL USUARIO NO DOMÉSTICO

Artículo 20.- Registro del UND

20.1. El registro del uND, bajo el ámbito de responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento, se efectúa con la información obtenida en la inspección realizada, de acuerdo a los incisos 1 y 2 del párrafo 18.1 del artículo 18 del presente Reglamento.

20.2. El prestador de los servicios de saneamiento, asigna al uND, un código del registro en la base de datos, en el cual puede incorporar los resultados de la caracterización de las aguas residuales no domésticas. El registro del UND se efectúa con fines informativos.

20.3. El prestador de los servicios de saneamiento está facultado para emplear el catastro comercial de usuarios u otra herramienta que facilite el registro del uND.

Artículo 21.- Actualización del registro de UND

La inspección realizada por los prestadores de los servicios de saneamiento permite, en caso lo requiera, el recojo de datos del uND para la actualización del registro mediante el Acta de inspección, según lo previsto en el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

Artículo 22.- Conexión domiciliaria

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis.

22.1. La instalación de la caja de registro de la conexión domiciliaria de aguas residuales no domésticas o dispositivo similar, ubicada en el exterior del predio

del uND, está a cargo del prestador de los servicios de saneamiento correspondiente. El costo de la caja de registro de la conexión domiciliaria y su instalación es asumido por el uND.

22.2. El Ente Rector está facultado a aprobar la normativa complementaria, la cual comprende entre otros, las características y/o especificaciones técnicas de la caja de registro o dispositivo similar como conexión domiciliaria de aguas residuales no domésticas.

CAPÍTULO V

TOMA DE MUESTRA INOPINADA

Artículo 23.- Toma de muestra inopinada

23.1. El prestador de los servicios de saneamiento, como responsable del control de la concentración de parámetros de descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, realiza la toma de muestra inopinada, de dichas descargas. La toma de muestra inopinada no requiere comunicación previa al uND. La programación y ejecución de la toma de muestra inopinada es responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento.

23.2. El personal del prestador de los servicios de saneamiento conjuntamente con el personal del laboratorio acreditado por el Inacal se apersonan a las instalaciones del UND a fin de realizar la toma de muestra inopinada en el punto de toma de muestra previamente determinado por el prestador de los servicios de saneamiento, de los parámetros de los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, que correspondan, de acuerdo a la actividad económica establecida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA.

Excepcionalmente, en caso que la actividad económica del uND no se encuentre comprendida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA, el prestador de los servicios de saneamiento está facultado a solicitar la toma de muestra de todos los parámetros del Anexo N° 1, y de algunos o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, previa evaluación y el informe técnico que lo sustente.

24.1. De forma anual, el prestador de los servicios de saneamiento está obligado a realizar la toma de muestra inopinada, a través de un laboratorio acreditado por el Inacal, como mínimo del quince por ciento (15%) de los uND designados en el Registro de uND, los que son seleccionados por el prestador de los servicios de saneamiento, priorizando a aquellos uND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente al sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. El porcentaje antes mencionado puede ser variado por el Ente Rector mediante Resolución Ministerial.

Artículo 24.- Acta de toma de muestra inopinada

El Acta de toma de muestra inopinada es un documento emitido por el prestador de servicios en el que constan entre otros, las condiciones físicas en las que se realiza la toma de muestra inopinada, los datos del uND, su(s) actividad(es) económica(s), lugar, fecha y hora en la que se realizó, las personas que participan en ella, así como cualquier otra circunstancia en la que se realiza, conforme al formato aprobado en el Anexo N° 4 del presente Reglamento.

Artículo 25.- Realización de la toma de muestra inopinada

25.1. Para la toma de muestra inopinada, el personal del prestador de los servicios de saneamiento levanta el Acta de toma de muestra inopinada.

25.2. Si el uND impide u obstaculiza de alguna manera la realización de la toma de muestra inopinada, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado hasta la efectiva realización de la toma de muestra inopinada.



25.3. El uND o su representante está facultado a presenciar la toma de muestra inopinada y suscribir el Acta respectiva. La no suscripción de dicha Acta por parte del uND o su representante, no la invalida.

25.4. El personal del prestador de los servicios de saneamiento está facultado a utilizar cualquier medio fehaciente, distinto al Acta de toma de muestra inopinada, que permita corroborar el lugar, fecha, hora y condiciones físicas en que se realizó la toma de muestra inopinada, la misma que forma parte de los informes y procedimientos de supervisión, monitoreo e implementación de los prestadores de los servicios de saneamiento.

25.5. Luego de realizada la toma de muestra inopinada, y recibidos los resultados por parte del laboratorio acreditado por el Inacal, el prestador de los servicios realiza el procedimiento establecido en los artículos 26 y artículo 27 del presente Reglamento, según corresponda.

CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN DE LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES

Artículo 26.- Evaluación de los resultados de los parámetros del Anexo N° 1

26.1. Si los resultados de los análisis de la toma de muestra inopinada, superan los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento efectúa las acciones siguientes:

1. Solicita al uND que ejecute la implementación de las acciones de mejora que permitan adecuar sus descargas de aguas residuales no domésticas a fin de no exceder los VMA; y,

2. Realiza el cobro del pago adicional por exceso de concentración, en tanto el uND implemente las acciones de mejora.

26.2. Si el uND implementa las acciones de mejora mencionadas en el inciso 2 del párrafo precedente, sea a través de la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos, este comunica al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo necesario, participe en ella. Cuando el uND no efectúe la referida comunicación o lo efectúe fuera del plazo, la toma de muestra de parte no tiene validez.

De participar el personal del prestador de los servicios de saneamiento en la toma de muestra de parte, el uND debe brindar las facilidades para que este presencie y participe en dicha toma de muestra, la cual debe ser realizada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el uND o su representante el Acta de Inspección correspondiente, según lo previsto en el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del uND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en el Acta. una copia del Acta es entregada al uND.

26.3. El uND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal, de la toma de muestra de parte, así como la documentación que contenga las evidencias que demuestren las acciones de mejora implementadas para cumplir con los VMA del Anexo N° 1 del presente Reglamento, las cuales tienen la condición de haber sido juradas.

26.4. El prestador de los servicios de saneamiento procede con revisar y evaluar los resultados de los análisis y los documentos que contengan las evidencias

presentadas por el uND, en un plazo que no puede exceder los diez (10) días hábiles.

26.5. De verificarse que el UND cumple con los VMA establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento y que ha implementado las acciones de mejora señaladas en el párrafo 26.2 del presente artículo, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender el cobro por exceso de concentración al uND.

26.6. De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los VMA del Anexo N° 1 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento continúa cobrando por concepto del pago adicional por exceso de concentración correspondiente.

Artículo 27.- Evaluación de los resultados de los parámetros del Anexo N° 2

27.1. En la primera oportunidad que el uND supere alguno(s) o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento, comunica al uND lo siguiente:

1. que cuenta con un plazo máximo de sesenta (60) días calendario, contados desde el día siguiente de la notificación, para implementar las acciones de mejora necesarias y acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento. Vencido dicho plazo máximo indicado, sin que el uND implemente las acciones de mejora necesarias y acredite cumplir con los VMA, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

2. Excepcionalmente, y dentro del plazo antes indicado, el uND está facultado a solicitar el otorgamiento de un plazo adicional, el cual es evaluado y, de ser el caso, otorgado por el prestador de los servicios de saneamiento. Las opciones para el otorgamiento del plazo adicional son las siguientes:

2.1. hasta sesenta (60) días calendario adicionales, siempre que el uND sustente que la ejecución de las acciones de mejora que viene implementando para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, requieren de un plazo no mayor de sesenta (60) días calendario adicionales. La solicitud debe contener el sustento técnico y las evidencias del inicio de ejecución de las acciones de mejora necesarias para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento.

2.2. hasta dieciocho (18) meses adicionales, siempre que el uND sustente que la ejecución de las acciones de mejora que viene implementando para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, requieren de un plazo superior a sesenta (60) días calendario adicionales. Para dicho fin debe seguir con el procedimiento establecido a continuación:

a) El uND, dentro del plazo establecido en el inciso 1 del presente párrafo, puede solicitar por escrito y por única vez, al prestador de los servicios de saneamiento, un plazo adicional, de hasta dieciocho (18) meses, para implementar acciones de mejora a fin de cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, adjuntando para dicho fin la documentación sustentatoria que contenga como mínimo, lo siguiente:

- i) Propuesta técnica de las acciones de mejora que efectúa el uND.
- ii) Propuesta económica del costo total de las acciones de mejora.
- iii) Cronograma de ejecución de las acciones de mejora propuestas.

b) Presentada la solicitud, el prestador de los servicios de saneamiento procede a efectuar la evaluación de la documentación antes indicada, en un plazo no mayor de diez (10) días hábiles, contados desde el día siguiente de presentada la solicitud, considerando la situación de las descargas de aguas residuales no domésticas de cada UND.

En caso el uND presente información incompleta, se le otorga un plazo de tres (3) días hábiles para subsanarla.

c) Presentada la información faltante dentro del plazo otorgado, el prestador de los servicios de saneamiento evalúa la solicitud y determina su aprobación o desaprobación, dentro de un plazo no mayor de diez (10) días hábiles.

Si transcurrido el plazo para presentar la información faltante, el uND incumple con presentar dicha información o la realiza fuera del plazo otorgado, se archiva el trámite y se procede a la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

d) De ser aprobada la solicitud, el prestador de los servicios de saneamiento comunica al uND dicha decisión, señalando el plazo adicional con el que cuenta para ejecutar las acciones de mejora para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento. El plazo adicional se contabiliza desde el día siguiente de la fecha de comunicación realizada por el prestador de los servicios de saneamiento.

En caso que el prestador de los servicios de saneamiento desapruebe la solicitud presentada por el uND, se archiva el trámite y procede a efectuar la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

e) A partir del día siguiente de comunicada la aprobación de la solicitud por el prestador de los servicios de saneamiento, el uND cuenta con un plazo no mayor a quince (15) días hábiles para gestionar y presentar una garantía financiera de una institución financiera supervisada por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), que represente el treinta por ciento (30%) del costo total de las acciones de mejora propuestas por el uND.

f) Presentada dicha garantía financiera, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suscribir con el uND un Acuerdo en el que se establece el plazo otorgado por única vez, a fin de ejecutar las acciones de mejora propuestas por el uND para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento.

El Acuerdo debe incluir una cláusula penal que contemple que el uND se obliga a pagar mensualmente al prestador de los servicios de saneamiento el cien por ciento (100%) adicional al importe facturado por el servicio de alcantarillado sanitario, durante los seis (6) primeros meses de ejecución de las acciones de mejora aprobadas, y del doscientos por ciento (200%) adicional por el mismo concepto, en caso el plazo del acuerdo suscrito sea superior a seis (6) meses.

El prestador de los servicios de saneamiento procede a cobrar el importe correspondiente desde el siguiente mes de facturación, luego de suscrito el Acuerdo, con efecto retroactivo al día siguiente de notificado el uND en la situación descrita en el presente párrafo.

g) Si transcurrido el plazo señalado en el literal e) del presente artículo, el uND no suscribe el Acuerdo, se archiva el trámite y se procede con la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

h) En caso que el uND incumpla el Acuerdo suscrito, el prestador de los servicios de saneamiento procede con ejecutar la garantía financiera otorgada a su favor, y a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que adecúe sus descargas no domésticas, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento. Del mismo modo, el prestador de los servicios de saneamiento suspende el cobro del pago establecido en el literal f) del presente artículo.

i) En caso el uND cumpla con el Acuerdo suscrito y acredite haber ejecutado las acciones de mejora para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento, se le otorga al prestador de los servicios de saneamiento un plazo adicional de cinco (5) días hábiles de

anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo, participe en ella. Si el uND no efectúa la referida comunicación o lo efectúa fuera del plazo, la toma de muestra de parte no tiene validez.

De participar el personal del prestador de los servicios de saneamiento en la toma de muestra de parte, el uND debe brindar las facilidades para que este presencie la toma de la muestra de parte, la cual debe ser realizada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el uND o su representante el Acta de Inspección correspondiente, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del uND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en el Acta. una copia del Acta es entregada al uND.

j) El uND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal, de la toma de muestra de parte, a fin de que proceda con revisar y evaluar los resultados de los análisis, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

De verificarse que el uND cumple los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento procede a actualizar el Registro de uND.

De verificarse que el uND continúa incumpliendo con los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

27.2. Si en una nueva oportunidad, producto de los resultados de los análisis de la toma de muestra inopinada, se verifica que el uND supera alguno(s) o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento efectúa los siguientes pasos:

1. Notifica al uND que incumple con los parámetros del VMA.
2. Solicita al uND, ejecutar la implementación de las acciones de mejora que permitan adecuar sus descargas de aguas residuales no domésticas y no exceder los VMA.
3. Suspende temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que el uND implemente las acciones de mejora y acredite cumplir con los parámetros del VMA.

27.3. Si el uND implementa las acciones de mejora mencionadas en el inciso 2 del párrafo precedente, sea a través de la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos; debe comunicar al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo necesario, participe en ella.

En caso que, el personal del prestador de los servicios de saneamiento participe en la toma de muestra de parte, el uND debe brindar las facilidades para que este presencie la realización de dicha diligencia, la cual debe ser efectuada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento, debidamente acreditado, procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el uND o su representante el Acta de inspección correspondiente, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del uND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en



el Acta, una copia del Acta es entregada al uND o a su representante.

27.4. El uND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal de la toma de muestra de parte, así como la documentación que contenga las evidencias que demuestren las acciones de mejora implementadas para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento, las cuales tienen la condición de declaración jurada.

27.5. El prestador de los servicios de saneamiento procede con revisar y evaluar los resultados de los análisis y los documentos que contengan las evidencias de mejora implementadas por el uND, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

27.6. De verificarse que el UND cumple con los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, y que ha implementado las acciones de mejora mencionadas en el párrafo 27.3 del presente artículo, el prestador de los servicios de saneamiento procede a efectuar la rehabilitación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.

27.7. De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento mantiene la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que adecúe sus descargas no domésticas, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

TÍTULO IV

DENUNCIAS, RECLAMOS Y SITUACIÓN DE EMERGENCIA

CAPÍTULO I DENUNCIAS Y RECLAMOS

Artículo 28.- Participación de otros usuarios

Los usuarios domésticos y los uND están facultados a denunciar, de forma escrita o verbal, ante el prestador de los servicios de saneamiento competente, los hechos, actos u omisiones que dañen el sistema de alcantarillado sanitario, proporcionando, como mínimo, la información siguiente:

1. Identificación completa de la persona que realiza la denuncia.
2. Identificación del UND que efectúa la descarga al sistema de alcantarillado sanitario.
3. Breve descripción del hecho, acto u omisión que se presume cometido.

Sin perjuicio de ello, están facultados a interponer las quejas y/o denuncias ante las instancias que consideren competentes.

Artículo 29.- Procedimiento dereclamo

29.1. Los uND están facultados a presentar reclamos ante los prestadores de los servicios de saneamiento.

29.2. La Sunass es la encargada de establecer los procedimientos, plazos e instancias correspondientes para la atención de dichos reclamos.

CAPÍTULO II

DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Artículo 30.- Situación de emergencia

30.1. Si bajo una situación de emergencia, por caso fortuito o fuerza mayor, se incumple(n) alguna(s) de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento, el uND, a través de cualquier medio, debe comunicar inmediatamente dicha situación al prestador de los servicios de saneamiento competente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos

En su investigación no dude en referirse a esta emergencia, el uND utiliza todos los medios a su alcance para reducir

al máximo los efectos de la descarga de aguas residuales en emergencia, en coordinación con el prestador de los servicios de saneamiento competentes.

Artículo 31.- Procedimiento a seguir en caso de emergencia

31.1. Sin perjuicio de lo establecido en el párrafo 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento, en un plazo máximo de dos (2) días calendario de producido el hecho, el uND debe informar por escrito al prestador de los servicios de saneamiento la situación de emergencia ocurrida, señalando su identificación y los siguientes datos:

1. Causas que originaron la situación de emergencia.
2. hora en que se produjo y duración de la misma.
3. Volumen y características de la descarga.
4. Acciones de mejora adoptadas.
5. hora y forma en que se comunicó el suceso al prestador de los servicios de saneamiento.

31.2. El prestador de los servicios de saneamiento, previa evaluación de la información remitida por el uND, en un plazo no mayor de dos (2) días calendario de recibida, se encuentra facultado para exonerar del cobro por el pago adicional por exceso de concentración o de la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario por las descargas de aguas residuales no domésticas que superen los VMA detallados en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, otorgando como máximo el plazo de tres (3) días calendario, contados desde la comunicación del pronunciamiento efectuado por los prestadores de los servicios de saneamiento, para reponer su sistema de tratamiento de aguas residuales.

31.3. Sin perjuicio de otras responsabilidades en que pudiera haber incurrido el uND, los costos que realice el prestador de los servicios de saneamiento como producto de las acciones de mejora por las descargas accidentales, son asumidas por el uND, de acuerdo al procedimiento que para dicho fin apruebe la Sunass.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aprobación de normas Complementarias En un plazo no mayor de noventa (90) días calendario, contados desde el día siguiente de publicado el presente decreto supremo en el Diario Oficial El Peruano, la Sunass aprueba las normas complementarias necesarias, a fin de adecuarlas a lo dispuesto en el presente Reglamento.

Segunda.- Indicador de Gestión

En cumplimiento de lo dispuesto en la Decimoséptima Disposición Complementaria final de la Ley Marco, la Sunass en un plazo máximo de ciento veinte (120) días calendario, contados desde el día siguiente de publicado el presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, aprueba, mediante Resolución de Consejo Directivo, la incorporación del cumplimiento de los VMA como indicador de gestión de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento.

Tercera.- Difusión

Corresponde a las entidades con competencias reconocidas en materia de saneamiento efectuar la difusión del presente Reglamento, por los medios más adecuados para su conocimiento y aplicación, debiendo, además, disponer su publicación en sus respectivos Portales Institucionales.

Los prestadores de los servicios de saneamiento, implementan campañas y programas de difusión, a fin de que los uND adecúen sus descargas a las disposiciones establecidas en el presente Reglamento.

Cuarta.- Capacitación

Los prestadores de los servicios de saneamiento, implementan campañas de capacitación y otras que considere pertinentes, al interior de su organización, para el mejor cumplimiento e implementación de los VMA.

Quinta.- Asistencia Técnica

Sin perjuicio de las funciones que realicen las entidades e instituciones con competencias reconocidas en materia de saneamiento, el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), en el marco de sus funciones y competencias, brinda asistencia técnica a los prestadores de servicios de saneamiento del ámbito urbano, para el adecuado cumplimiento del presente Reglamento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Plazo para el Registro de UND

Los prestadores de los servicios de saneamiento tienen un plazo máximo de un (1) año, contados desde el día siguiente de la publicación del presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, para registrar y/o actualizar a la totalidad de sus uND que se encuentren dentro de su ámbito de responsabilidad.

Segunda.- Implementación del punto de toma de muestra del UND

Los prestadores de los servicios de saneamiento, en un plazo no mayor de dos (2) años, contados a partir del día siguiente de publicado el presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, realizan las acciones necesarias para implementar, bajo responsabilidad, que todos los uND cuenten con una caja de registro o dispositivo similar como conexión domiciliaria en la parte externa de su predio, acorde con las características y especificaciones técnicas establecidas en la normativa sectorial.

Tercera.- Procedimiento para identificar y determinar el punto de toma de muestra temporal del UND

En tanto se implemente la instalación del punto de toma de muestra o conexión domiciliaria mencionada en la Segunda Disposición Complementaria Transitoria, a efectos de aplicar lo dispuesto en el presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento, identifican y determinan el punto de toma de muestra temporal del uND, el cual en todos los casos debe estar ubicado antes de la red de alcantarillado sanitario. Para dicho fin, se debe cumplir con el procedimiento siguiente:

1. El prestador de los servicios de saneamiento, notifica al uND, precisando el día y hora en que se lleva a cabo la visita a sus instalaciones, a fin de realizar la verificación y determinación del punto de toma de muestra temporal, el cual puede contar con la presencia del uND o su representante, persona encargada o con la persona que se encuentre en las instalaciones. Dicha notificación se realiza con cinco (5) días previos a la inspección a las instalaciones del uND.

2. El prestador de los servicios de saneamiento se apersona a las instalaciones del uND a efectos de proceder con lo señalado en el numeral precedente, previa verificación de que la notificación realizada al UND, cumple con las disposiciones establecidas en el artículo 21 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General (TuO de la Ley N° 27444), aprobado por el Decreto Supremo N° 006-2017- JuS, para lo cual procede a levantar el Acta de inspección, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

3. Durante la diligencia, el personal del prestador de los servicios de saneamiento solicita, bajo responsabilidad, al uND o su representante, la presentación del diagrama de flujo y balance hídrico a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente el sistema de saneamiento. La no presentación de la documentación antes mencionada no invalida la diligencia ni el Acta de inspección. Sin perjuicio de ello, el prestador de los servicios de saneamiento, puede otorgar un plazo máximo de treinta (30) días hábiles, a partir del día

siguiente de realizada la diligencia, a efectos que el uND cumpla con presentarlos. El incumplimiento de este plazo determina la suspensión temporal establecida en el artículo 15 del presente Reglamento.

4. En el Acta de inspección debe constar la determinación del punto de toma de muestra temporal. La suscripción del Acta por parte del uND o su representante no es obligatoria, por lo que si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que consigne dicha circunstancia en el Acta. una copia del Acta debe ser entregada al uND o su representante.

5. Si el uND o su representante no permite el ingreso a sus instalaciones u obstaculiza las labores del personal del prestador de los servicios de saneamiento debidamente identificado, este procede a consignar dicha circunstancia en el Acta de inspección, y a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta la efectiva realización de la inspección. El Acta de inspección es notificada al uND o su representante en el momento de la diligencia, cumpliendo con las disposiciones establecidas en los párrafos 21.1, 21.3 y 21.4 del artículo 21 del TuO de la Ley N° 27444.

6. Suspendidos temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, el prestador de los servicios de saneamiento reprograma la visita a las instalaciones del uND, a solicitud de este, para lo cual debe restablecer los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.

ANEXO N° 1

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	DBO ₅	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/l	A y G	100

ANEXO N° 2

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/l	Al	10
Arsénico	mg/l	As	0.5
Boro	mg/l	B	4
Cadmio	mg/l	Cd	0.2
Cianuro	mg/l	CN-	1
Cobre	mg/l	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/l	Cr ⁺⁶	0.5
Cromo total	mg/l	Cr	10
Manganeso	mg/l	Mn	4
Mercurio	mg/l	Hg	0.02
Níquel	mg/l	Ni	4
Plomo	mg/l	Pb	0.5
Sulfatos	mg/l	SO ₄ ⁻²	1000
Sulfuros	mg/l	S ⁻²	5
Zinc	mg/l	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	NH ⁺⁴	80
Potencial Hidrógeno	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables	ml/h	S.S.	8.5
Temperatura	°C	T	<35

(1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, es la precisada en el presente Reglamento tomando como referencia el código CIU. Aquellas actividades que no estén incluidas en este código, deben cumplir con los parámetros indicados en el presente Anexo. Los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, son determinados a partir del análisis de muestras puntuales.